

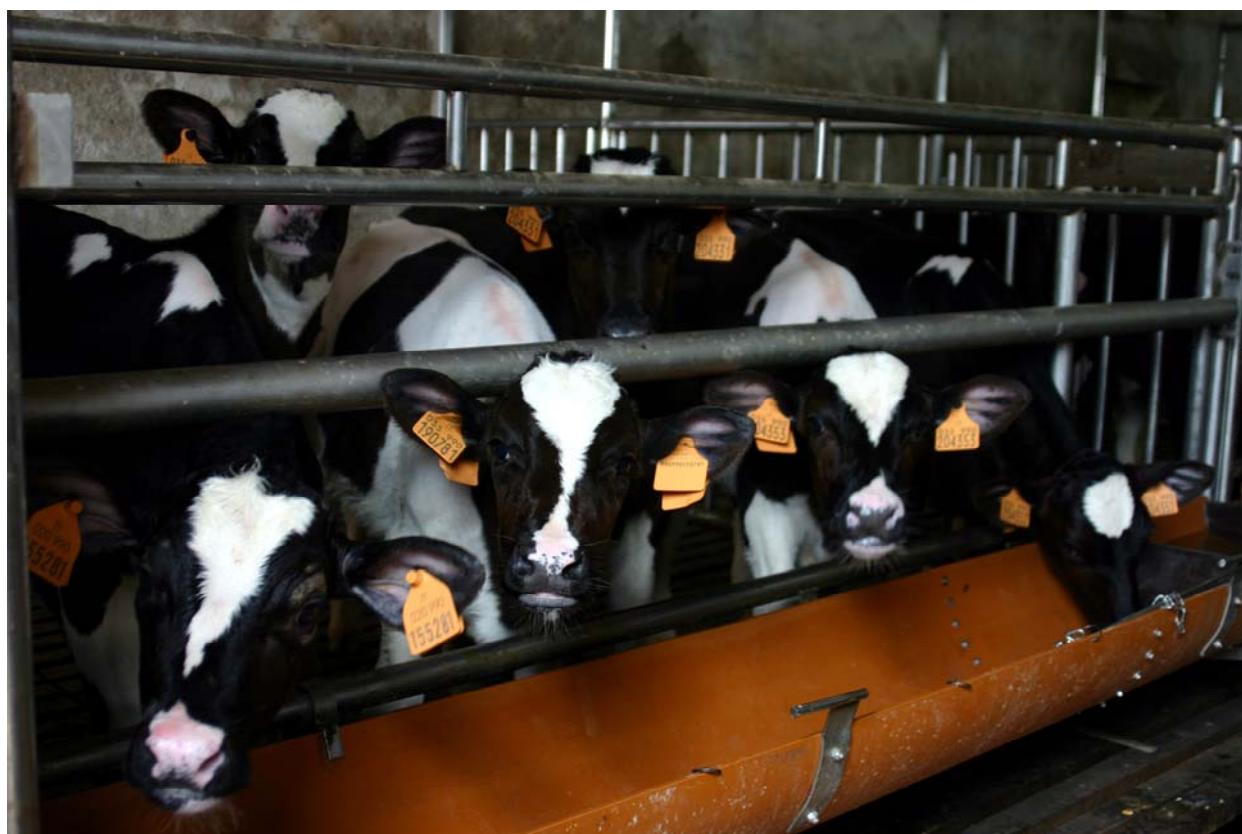


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO



www.regione.lombardia.it

Valutazione oggettiva strumentale del colore delle carcasse di vitello al macello



Quaderni della Ricerca
n. 122 – ottobre 2010

LOMBARDIA. COSTRUIAMOLA INSIEME.



Regione Lombardia
Agricoltura

Sperimentazione condotta nell'ambito del progetto di ricerca n.1317 "*Valutazione oggettiva strumentale del colore delle carcasse di vitello al macello* (VITCOLOR)" finanziato con il Piano della Ricerca 2009.

A cura di:

Vittorio Dell'Orto¹
Giovanni Savoini¹
Carlo Angelo Sgoifo Rossi¹
Stefano Vandoni¹
Riccardo Compiani¹
Alessandro Agazzi¹
Mariella Ferroni¹

Hanno realizzato le attività sperimentali e lo studio:

Università degli Studi di Milano

¹Dipartimento di Scienze e Tecnologie Veterinarie per la Sicurezza Alimentare

Via Celoria, 10

20133 Milano

Tel. 02/50317920 Fax: 02/50317919

e-mail: vsa@unimi.it

Gruppo Vercelli

di Pietro, Gian Luca e Alessandro Vercelli

www.gruppovercelli.it

Per informazioni:

Regione Lombardia – Direzione Generale Agricoltura

U.O. Innovazione, cooperazione e valorizzazione delle produzioni

Struttura Ricerca, innovazione tecnologica e servizi alle imprese

Via Pola, 12 – 20124 Milano

Tel. 02/67653790 – Fax 02/67658056

e-mail: agri_ricerca@regione.lombardia.it

Referente: Gianpaolo Bertoncini - tel. 02/67652524

e-mail: gianpaolo_bertoncini@regione.lombardia.it

Valutazione oggettiva strumentale del colore delle carcasse di vitello al macello

SOMMARIO

PRESENTAZIONE	1
PREMESSA.....	3
FINALITÀ DELLA RICERCA	5
INTRODUZIONE.....	6
L'ALLEVAMENTO DEL VITELLO A CARNE BIANCA.....	9
Strutture	9
Microclima	13
Alimentazione.....	14
Fase di adattamento	15
Introduzione dell'alimento solido.....	15
Passaggio tra il primo e secondo periodo	15
Fase di finissaggio	16
Ultimo pasto.....	16
Il ferro nell'allevamento del vitello a carne bianca	16
Dati bibliografici, orientamenti normativi e indicazioni dell'EFSA	17
Il colore della carne	19
Valutazione oggettiva e soggettiva del colore	21
VALUTAZIONE OGGETTIVA STRUMENTALE DEL COLORE DELLE	
CARCASSE DI VITELLO AL MACELLO.....	24
Scopo della ricerca.....	24
Materiali e metodi.....	24
Animali	24
Parametri indagati.....	24
Analisi statistica	26
Risultati e discussione - Allevamento	26
Alimentazione	26
Performance zootecniche	28
Strutture e gestione	29
Stato sanitario degli animali	30
Valutazione dei parametri ematici.....	31
Risultati e discussione - Macello	32
Caratteristiche delle carcasse.....	32
Effetto del pH sulla qualità della carne.....	33
Identificazione della postazione per la rilevazione colorimetrica.....	34
Identificazione del punto di repere più indicativo	35
Identificazione dell'equazione predittiva del colore	36
Test dell'equazione predittiva sviluppata	43
CONCLUSIONI.....	45
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	48

PRESENTAZIONE



In un momento di forte criticità economica, ogni sforzo per valorizzare le attività e le peculiarità dei prodotti del nostro territorio è meritevole di essere sostenuto.

Il vitello a carne bianca è un prodotto di grande valore aggiunto. La sua presenza sulle tavole degli italiani rappresenta ormai una consuetudine, tanto che la produzione nazionale non è in grado di soddisfare completamente la richiesta, favorendo l'importazione dai mercati europei.

In tutta Europa la massima espressione della sua qualità viene contraddistinta con il termine "Bianco Milano". Il colore della sua carne, oltre che a caratterizzare il prodotto, può diventare anche un indicatore del benessere animale.

Appare pertanto chiara la necessità e l'importanza di poter disporre di un sistema attendibile di valutazione oggettiva del colore delle carcasse di vitello al fine di soddisfare due condizioni basilari: un alto livello qualitativo, nel pieno rispetto del benessere animale.

La Direzione Generale Agricoltura della Regione Lombardia negli ultimi anni ha stimolato e sostenuto numerose iniziative di ricerca nell'ambito del comparto della bovinicoltura da carne, dall'allevamento alla macellazione, documentate nella collana dei Quaderni della ricerca e consultabili sul nostro sito web.

Con questo Quaderno ho il piacere di mettere a disposizione i risultati del progetto *VITCOLOR – Valutazione oggettiva strumentale delle carcasse di vitello al macello*, utile strumento di informazione per tutti gli operatori della filiera carne, sia a livello di allevamento che di macellazione.

Giulio De Capitani
Assessore all'Agricoltura

PREMESSA

La produzione di “vitello a carne bianca” rappresenta un settore tipico della zootecnia Italiana. In particolare la Lombardia è una delle principali zone di allevamento infatti, ben il 25% dei capi macellati sul totale nazionale, proviene da tale regione.

Nel 2008 sul territorio italiano sono stati macellati 871.367 vitelli a carne bianca, valore questo pari al 23% della produzione totale di carne bovina (considerando vitelli, vacche e vitelloni). Il consumo totale annuo di carne di vitello si attesta a circa 150.000 tonnellate, con un *trend* che a partire dal 2006 è però in continuo calo portando ad una riduzione dei consumi negli ultimi 4 anni di circa il 6% (dati CRPA).

Nel settore del vitello a carne bianca, la valutazione qualitativa del prodotto nella normale routine operativa si basa esclusivamente su determinazioni soggettive. In macello le caratteristiche principalmente analizzate sono la conformazione, lo stato di ingrassamento e il colore della carcassa, aspetto quest'ultimo dotato di maggiore potere discriminante. Queste caratteristiche sono intimamente collegate non solo alle qualità tecnologiche della carne ma anche alle proprietà sensoriali del prodotto finale e, pertanto, al livello di soddisfazione del consumatore (Sgoifo Rossi et al., 2004). È risaputo infatti che il colore è strettamente correlato al pH della carne il quale a sua volta condiziona i parametri di tenerezza, aroma, capacità di ritenzione idrica e attitudine del prodotto alla conservazione (Dell'Orto et al., 2004; Dell'Orto et al., 2005). Nel vitello a carne bianca il colore risulta inoltre il parametro principale, o meglio esclusivo, per la valutazione commerciale del prodotto e sul quale pertanto si basa la pianificazione dell'intero processo produttivo a partire dalle modalità di alimentazione, fino alla “gestione del ferro” da cui dipende lo stato di anemia degli animali e conseguentemente il loro benessere.

Allo stato attuale, la classificazione del colore in sede di macellazione viene effettuata “per partita”, cioè per gruppo di vitelli provenienti da un unico fornitore, e non per singolo soggetto. Questa rilevazione viene effettuata da operatori specificatamente addestrati, i quali, essendo dipendenti della struttura di macellazione, assolvono a diversi altri compiti spesso prioritari rispetto a quello di classificazione delle carcasse. Tali aspetti evidenziano che nelle normali condizioni operative esiste un elevato rischio di insufficiente accuratezza nella valutazione del colore. Anche la ripetibilità di classificazione tra classificatori diversi è spesso argomento di discussione, in particolare quando la valutazione del colore delle carcasse si scosta dallo standard merceologico ritenuto ideale dal mercato.

Emerge pertanto la necessità di definire e applicare un sistema di valutazione oggettivo e strumentale per la classificazione del colore delle carcasse di vitello a carne bianca ai fini di una corretta e indiscutibile attribuzione del valore del prodotto e particolarmente per fornire al settore uno strumento in grado di conferire informazioni efficaci, attendibili, di grande utilità e stimolo a livello di allevamento, per migliorare il processo produttivo in relazione sia all'obiettivo qualità che al benessere animale.

L'applicazione della colorimetria, risulta un sistema efficace, attendibile e applicabile in linea e nel corso delle normali procedure operative, in grado di consentire una valutazione oggettiva del colore delle carcasse attraverso le variabili colorimetriche di luminosità, indice del rosso, indice del giallo, croma e tinta.

FINALITÀ DELLA RICERCA

Lo scopo del progetto “Valutazione oggettiva strumentale del colore delle carcasse di vitello al macello” è stato quello di abbinare alla valutazione soggettiva del colore delle carcasse di vitello a carne bianca una valutazione strumentale oggettiva, tramite applicazione in linea di macellazione di un colorimetro, individuando i punti di repere sulla carcassa in grado di rappresentare in maniera attendibile il colore dell'intera carcassa. Su tale punto e attraverso oltre 5.000 rilevazioni colorimetriche si è cercato di definire la relazione tra le coordinate colorimetriche della scala *Cie/lab*, Luminosità (L^*), indice del rosso (a^*), indice del giallo (b^*), croma e tinta, e le categorie di colore normalmente utilizzate per la valutazione soggettiva del colore delle carcasse di vitello a carne bianca.

I risultati della ricerca sono di potenziale utilità per gli allevatori, i macellatori, i laboratori di sezionamento, gli addetti del settore della distribuzione, i tecnici e i ricercatori che operano nel settore della filiera bovina ma anche per l'intero settore zootecnico in quanto trasferibili anche ad altre realtà produttive (suini, ovi-caprini). Infatti, la possibilità di disporre di un sistema oggettivo, rapido e attendibile per la valutazione del colore della carcassa di vitello, rappresenta un'esigenza di fondamentale importanza per migliorare sia le modalità produttive che la commercializzazione del prodotto e il suo posizionamento sul mercato.

INTRODUZIONE

Il vitello a carne bianca prende origine in Italia dal tradizionale allevamento del “sanato” Piemontese, ossia di quei vitelli che, alimentati con una dieta quasi esclusivamente a base di latte e uova, venivano poi macellati entro i sette, otto mesi di età. Tale pratica produttiva garantiva un prodotto caratterizzato da una carne estremamente chiara e tenera.

L'industrializzazione di questa tipologia di allevamento è cominciata a partire dagli anni '60, grazie a un forte incoraggiamento della allora Cee che, vedendo in questa tipologia di prodotto la possibilità di sfruttare le elevate eccedenze di latte magro in polvere prodotte nel nord Europa, ha stimolato la rapida crescita e comparsa di nuovi siti di allevamento in tutto il continente. Le enormi disponibilità di alimento, la velocità del ciclo e la possibilità di utilizzare animali derivati dal settore latte che ben si prestavano a questa tipologia di allevamento, hanno determinato una rapida crescita e intensivizzazione di questo settore produttivo che agli inizi degli anni '90 era in grado di offrire un prodotto carne caratterizzato da caratteristiche organolettiche e da un colore estremamente omogeneo, grazie alla standardizzazione degli schemi nutritivi nonché alla possibilità di controllare ogni singolo animale conseguente alla tipologia di stabulazione a box individuale.

Il rilevante apprezzamento del consumatore nei confronti delle caratteristiche del prodotto ha determinato una costante crescita in Europa di tale tipo di allevamento, portandolo ad essere un'importante voce nel comparto bovino da carne e produzione di carne. L'allevamento del vitello a carne bianca si è però altamente specializzato solo in alcuni dei paesi Europei infatti il 90% del mercato è soddisfatto da soli 5 paesi e nello specifico Francia (31%), Olanda (27%), Italia (18%), Germania (6%) e Belgio (6%) (Sanchez PhD thesis, non pubblicata).

L'allevamento del vitello a carne bianca si è basato per molti anni, con l'intento di garantire la principale tra le caratteristiche richieste dal consumatore e cioè un colore molto chiaro della carni (Morisse et al., 2000), su due cardini fondamentali: un'alimentazione esclusivamente a base latte e una limitata somministrazione di ferro alimentare agli animali. Negli ultimi anni hanno però, alla crescente attenzione verso le caratteristiche dei prodotti si è tuttavia abbinata anche un'altrettanto crescente “coscienza” del consumatore che ha iniziato ad attribuire importanza non solo a fattori intrinseci al prodotto, quali le qualità organolettiche e la salubrità, ma anche a fattori morali, primo fra tutti il benessere degli animali da reddito. Stimolata da tale necessità del consumatore, anche la ricerca sin dai primi anni '80 si è orientata alla valutazione dell'impatto che un sistema di allevamento

come quello del vitello a carne bianca può avere sulla salute degli animali. Alla dieta esclusivamente liquida sono state pertanto attribuite le principali cause delle etopatie come ad esempio la stereotipia definita “lingua serpentina” (Sambraus, 1985; Kooijma et al., 1991; Veissier et al., 1998). A tali evidenze si è aggiunto il “Report on the welfare of calves (1995)” della Direzione Generale dell’Agricoltura a Bruxell, nel quale viene riportato che l’assenza di alimento solido nelle diete per vitelli a carne bianca determina un ridotto sviluppo del rumine e delle papille ruminali, non permettendo la naturale evoluzione degli animali verso la condizione di ruminante. Pertanto, al fine di moderare gli effetti negativi che un’alimentazione esclusivamente in forma liquida determina sul comportamento e conseguentemente sullo stato di benessere dei vitelli, nel 1991 e successivamente nel 1997 la Comunità Europea ha emanato due direttive con la specifica finalità di migliorare tali aspetti.

L’applicazione delle Direttive Europee 91/629/CE e 97/2/CE, ha quindi reso obbligatorio l’impiego di “fibra alimentare”, da somministrare ad ogni vitello dopo la seconda settimana di età a partire da un quantitativo minimo di 50 grammi fino a 250 per capo e per giorno, per soggetti di età compresa fra le 8 e le 20 settimane di vita.

Tale variazione della gestione nutrizionale, abbinata all’obbligo di stabulazione in box multipli che non consente di determinare con precisione la quantità di alimento assunta da ogni singolo soggetto, se da un lato ha indiscutibilmente migliorato le condizioni di benessere dagli animali, dall’altro ha introdotto nella dieta dei vitelli a carne bianca quantitativi nuovi di nutrienti quali il ferro, in grado di influenzare notevolmente il colore del prodotto finale carne. A riguardo diversi sono stati gli studi che negli ultimi anni hanno affrontato la problematica dell’alimento fibroso (Morisse et al., 2000; Cozzi et al., 2002; Dell’Orto et al., 2002; Xiccato et al., 2002) e che hanno focalizzato l’attenzione sull’impatto che i diversi alimenti solidi possono avere sia sullo stato sanitario e sul livello di benessere dei vitelli, utilizzando come indicatore le performance zootecniche, sia sulle caratteristiche del prodotto finale carne, utilizzando come indicatore la valutazione del colore. L’attività di ricerca condotta, ha univocamente dimostrato l’efficacia dell’alimento fibroso nel migliorare sia il benessere degli animali che le performance di crescita, anche a fronte di incrementi in peso del complesso rumine reticolo che possono variare dal 25 al 50% in più rispetto ad animali alimentati a solo latte (Morisse et al., 2000) e solo in alcuni casi un evidente peggioramento delle caratteristiche colorimetriche della carne in relazione al quantitativo e alla biodisponibilità del ferro apportato (Tabella 1).

Tabella 1. Effetti di diversi tipi di alimento fibroso sulle performance zootecniche e sulla qualità colorimetrica della carne di vitelli a carne bianca.

Autore	Gruppo	IMPG (kg/die)	Coordinate colorimetriche carne		
			L*	a*	b*
Xiccato et al., 2002	Solo Latte	1.360	53.26	11.50	6.67
	Latte + Mais ¹	1.430	53.52	11.32	6.86
Morrise et al., 2000	Solo Latte	1.066	50.8	9.5	4.5
	Latte + Pellet ²	1.116	49.5	9.5	4.4
Cozzi et al., 2002	Solo Latte	1.078	53.2	12.6	8.5
	Latte + Polpe di Bietola ³	1.178	50.7	14.8	9.4

¹ Mais: 30 g/die da 1° sett. (60d di vita) fino a 550 g a 14° e oltre; contenuto in Fe 25 ppm.

² Pellet: orzo + paglia d'orzo (sulla sostanza secca: Amido 48.0%, PG 9.7%, NDF 26.2%). 50 g/die dalla 3° sett. fino a 300 g/die alla 20°; contenuto in Fe 185 ppm.

³ Polpe di bietola: consumo medio 250 g/die; contenuto in Fe 451 ppm.

Il potenziale rischio di peggioramento delle caratteristiche colorimetriche emerso da tali indagini faceva pertanto pensare che l'utilizzo di alimento solido si sarebbe limitato al soddisfacimento delle indicazioni normative; in realtà invece, l'impiego di alimento solido ha assunto una notevole e crescente importanza nella dieta del vitello a carne bianca in quanto oltre a rappresentare uno strumento per migliorare benessere e performance di crescita consente di ridurre i costi alimentari, aspetto di fondamentale importanza in momenti come quelli recenti dove il prezzo del latte in polvere è raggiunto valori estremamente elevati. Tale interesse verso l'alimento solido si ritiene infatti non si sarebbe verificato se non fosse stato per contingenti situazioni quali, da un lato, l'aumento vertiginoso del prezzo del latte conseguente all'eliminazione dei premi per la fabbricazione del latte magro in polvere avvenuta nel 2007, aggravata ulteriormente dall'aumentato assorbimento da parte del mercato cinese di materie prime, mentre dall'altro dalla contemporanea diminuzione del prezzo del vitello al macello.

L'impiego di alimento solido si è pertanto naturalmente attestato su quantitativi superiori a quelli indicati dalla normativa europea, giungendo nella fase di finissaggio fino a 1.500 g/capo/die di sostanza secca con un risparmio di latte ricostituito pari al 15-20% e con un prodotto finale molto simile per caratteristiche fisiche, tecnologiche ed organolettiche alla carne dei vitelli alimentati a solo latte.

L'ALLEVAMENTO DEL VITELLO A CARNE BIANCA

L'allevamento del vitello a carne bianca si basa sull'ingrasso dei vitelli maschi di razze da latte, principalmente frisoni, per un periodo di 180 - 200 giorni, in quanto il vitello, per essere commercializzato come tale, non deve superare l'età di 8 mesi, pena il "declassamento" alla classe merceologica "vitellone".

Strutture

L'allevamento del vitello a carne bianca è principalmente effettuato in box in grado di ospitare 6-10 animali se alimentati al truogolo, o box in grado di ospitare fino 25-30 animali se la somministrazione dell'alimento è gestito tramite un'allattatrice artificiale comunemente denominata "lupa", che consiste in un sistema automatizzato di distribuzione del latte con dosaggio individuale.

I box di stabulazione devono essere costruiti con materiali che consentano un'accurata e facile pulizia ed un'efficace disinfezione. Devono essere confortevoli e costruiti in modo da consentire ad ogni vitello di coricarsi, rimanere in decubito, alzarsi e muoversi senza difficoltà, di interagire con i vitelli nei box contigui (contatto visivo, olfattivo e tattile) e di non creare condizioni di stress.

Trovano quindi largo utilizzo box con pavimentazione in grigliato in legno o in cemento. Il grigliato in legno risulta più fresco nelle stagioni estive, più caldo in quelle invernali e confortevole ma meno igienico, durevole e caratterizzato da tempi di asciugatura, successivi alle operazioni di lavaggio e disinfezione, maggiori. Al contrario, il grigliato in cemento facilita molto le operazioni di pulizia e asciugatura ma risulta meno confortevole di quello in legno perché più scivoloso e più "freddo" durante le stagioni invernali. Un'ulteriore soluzione è la pavimentazione in cemento pieno che può essere opportunamente rigato per ottenere un effetto antiscivolo, o provvisto di lettiera o di tappetini in gomma antiscivolo. I materiali da lettiera comunemente utilizzati sono la paglia, la segatura, i trucioli di legno o altro materiale in grado di garantire ottimali condizioni di benessere e per i quali si possa escludere la contaminazione con sostanze pericolose per la salute del vitello.

I vitelli di età inferiore alle otto settimane possono essere allevati in box singoli o in gruppo mentre nessun vitello di età superiore alle otto settimane può essere stabulato in un recinto individuale a meno che il veterinario non certifichi che è opportuno isolare l'animale

a causa di comportamenti inadeguati alla vita di gruppo o per condizioni di salute tali da richiedere trattamenti diagnostici e terapeutici specifici.

I recinti individuali, sono ottenuti con strutture rimovibili che permettono quindi un passaggio dalla stabulazione singola alla stabulazione di gruppo senza la necessità di spostare gli animali e quindi evitando di sottoporre gli stessi ad un evento stressante (Immagine 1).



Immagine 1. Box a stabulazione singola.

La larghezza del recinto in base alla vigente normativa deve essere pari all'altezza al garrese del vitello, misurata quando l'animale è in posizione eretta mentre la lunghezza del box deve essere almeno pari alla lunghezza del vitello, misurata dalla punta del naso all'estremità caudale della tuberosità ischiatica e moltiplicata per 1,1.

Per quanto riguarda i box multipli (Immagine 2), lo spazio libero disponibile per ciascun vitello deve essere pari ad almeno:

- 1,5 m² per ogni vitello di peso vivo inferiore a 150 kg;
- 1,7 m² per ogni vitello di peso vivo compreso tra i 150 e i 220 kg;
- 1,8 m² per ogni vitello di peso vivo superiore a 220 kg.



Immagine 2. Box a stabulazione multipla.

La mangiatoia può essere costituita da un unico truogolo (Immagine 3) di dimensioni proporzionate al numero di vitelli o da secchi individuali (Immagine 4). Indipendentemente dalla metodica di somministrazione dell'alimento, la mangiatoia deve essere dotata di tettarelle e queste devono essere in quantità pari al numero di vitelli allevati nel box. La presenza delle tettarelle riduce infatti il rischio di ingestione troppo rapida del latte, uno dei principali fattori predisponenti a gravi problematiche come la polmonite *ab ingestis* o le patologie connesse ad una mancata o ritardata chiusura della doccia esofagea. Un'ulteriore metodica di somministrazione dell'alimento è rappresentato dalla così detta lupa (Immagine 5), ossia un sistema computerizzato di distribuzione dell'alimento liquido in grado di riconoscere i vitelli grazie a un sistema di *trasponder* e quindi di somministrare quantità controllate di latte. A tale sistema si abbina un truogolo per la distribuzione della frazione solida della dieta.



Immagine 3. Mangiatoia con truogolo.

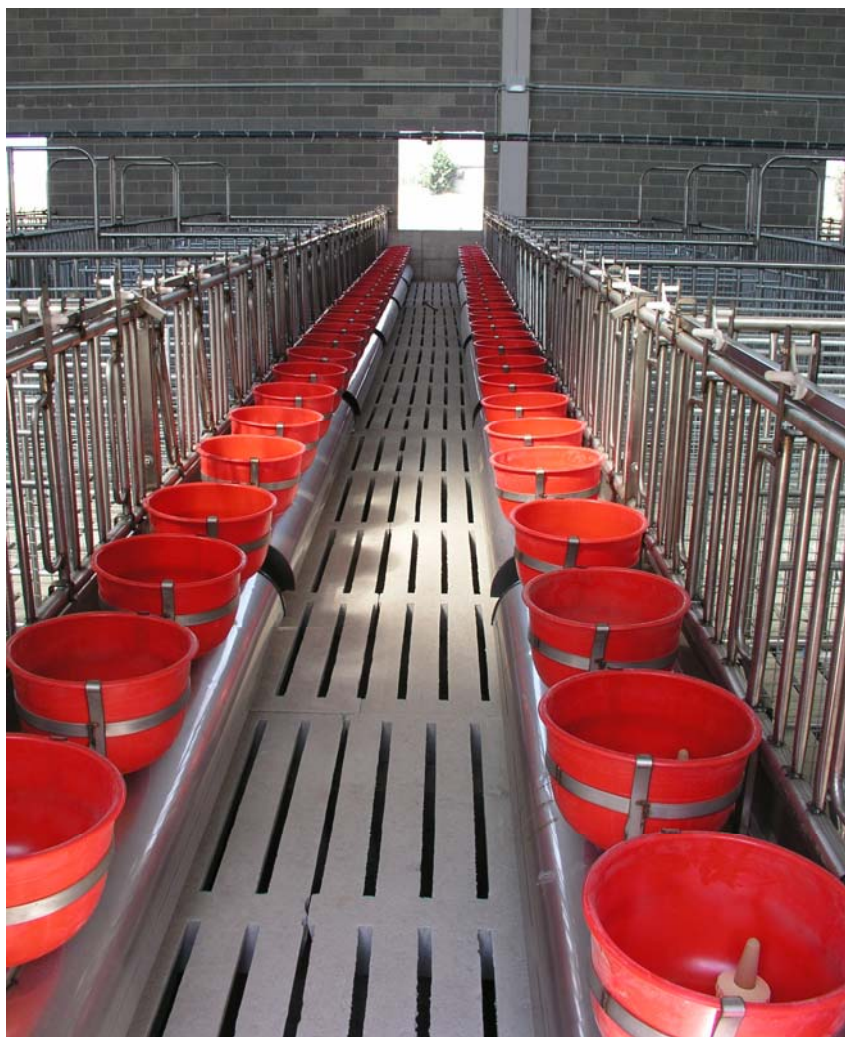


Immagine 4. Mangiatoia con secchio individuale.

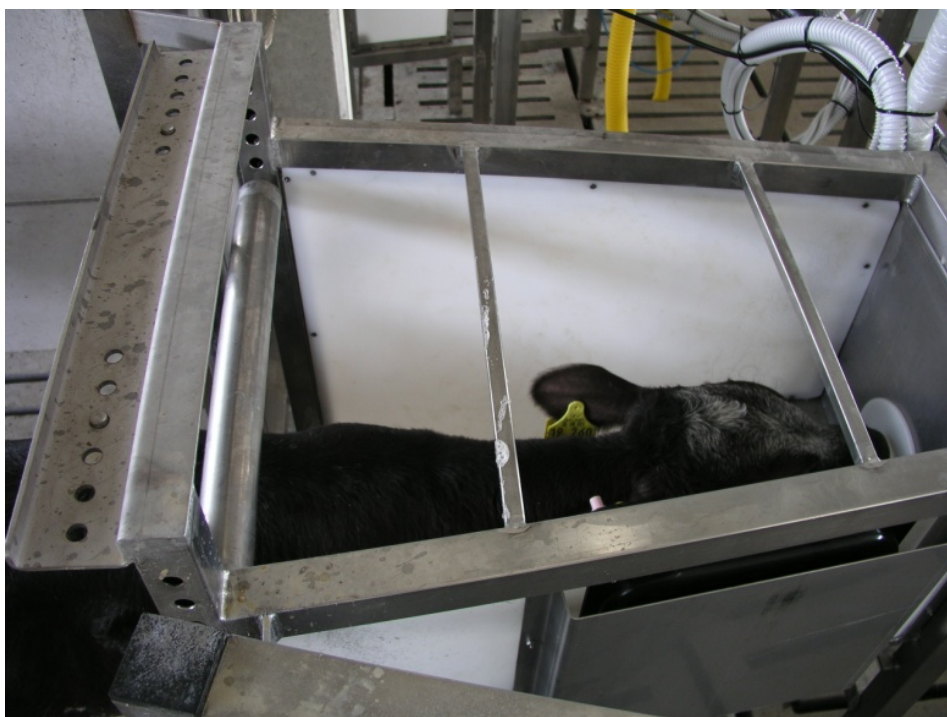


Immagine 5. Sistema di distribuzione del latte tramite lupa.

Microclima

La corretta gestione del microclima (Tabella 2) è fondamentale per la diminuzione in allevamento dell'incidenza di forme patologiche ad esso correlate nonché per garantire adeguate condizioni di benessere animale e conseguentemente buone performance di crescita.

La temperatura ottimale all'interno del locale di stabulazione è compresa tra i 7 e i 20 °C. Tale obiettivo è generalmente raggiunto tramite l'installazione di sistemi di condizionamento, in grado inoltre di non sottoporre i vitelli a sbalzi termici, i quali, rappresentando una tra le principali cause predisponenti alle patologie respiratorie, non dovrebbero mai essere superiori ai 7 °C.

Ulteriori parametri di rilevante importanza al fine di prevenire l'insorgenza di patologie respiratorie sono l'umidità relativa dell'aria, che dovrebbe essere compresa tra il 60 e il 70%, e le concentrazioni di anidride carbonica (CO₂) e di ammoniaca (NH₃), ritenute adeguate se inferiori rispettivamente a 5.000 ppm e a 20 ppm.

Tabella 2. Caratteristiche strutturali dei box di stabulazione e parametri ambientali dell'allevamento.

Caratteristiche della stalla	Vitelli fino a 8 settimane di vita	Vitelli da 8 settimane di vita fino a fine ciclo	Definite per legge
Dimensione dei recinti di stabulazione	Box multipli o recinti individuali di larghezza minima pari all'altezza al garrese e lunghezza minima pari a quella del vitello (dal musello alla tuberosità ischiatica) moltiplicata per 1,1	Box multipli: < 150 kg: 1,5 m ² /capo tra i 150 e i 220 kg: 1,7 m ² /capo > 220 kg: 1,8 m ² /capo	si
Mangiatoie	Secchi individuali con tettarella	Se con truogolo: Lunghezza pari a quella del box* Larghezza 36 cm* Profondità 18 cm*	no
Abbeveratoi	-	Proporzionati al numero di animali	no
Temperatura	Da 12 a 20 °C Ottimale: 15 °C*	Da 12 a 20 °C Ottimale: 12 °C*	no
Luce	almeno 8 ore al giorno (dalle 9 alle 17)	almeno 8 ore al giorno (dalle 9 alle 17)	si
Umidità relativa	60-70%	60-70%	no
Volume di aria (ricambio per animale)	Ventilazione naturale: 10 m ³ Ventilazione forzata: 8 m ³	Ventilazione naturale: 12 m ³ Ventilazione forzata: 8 m ³	no
Rinnovo dell'aria	25 m ³ /50 kg/h	60 m ³ /100 kg/h	no
Velocità dell'aria	0,2 m/s	0,4 m/s	no
Tasso di ammoniaca	< 20 ppm	< 20 ppm	no
Concentrazione di CO₂	< 5.000 ppm	< 5.000 ppm	no

* valori di riferimento pratici

Alimentazione

L'alimentazione del vitello a carne bianca si è sempre basata sull'utilizzo di latte in polvere in quanto materia facilmente reperibile ed economicamente interessante, perché proveniente dalle eccedenze di mercato, ma, nel contempo, in grado di garantire ottime performance zootecniche. Tuttavia l'evoluzione del settore produttivo del latte e la maggiore richiesta da parte dei paesi in rapida e forte espansione economica, uniti all'evoluzione dei gusti e delle necessità del consumatore (consumo di burro) hanno drasticamente limitato l'eccedenza di siero e polvere di latte magro, portando i costi di tali materie prime ad essere sempre meno interessanti ai fini zootecnici. È quindi chiaro come le variazioni del mercato abbiano portato a modifiche anche considerevoli della gestione alimentare nell'allevamento del vitello a carne bianca.

L'evoluzione normativa che ha coinvolto il settore ha infine contribuito a quella variazione sostanziale del sistema di allevamento che ha portato ad un allungamento del ciclo produttivo e alla ricerca di materie prime solide in grado di garantire migliori condizioni di benessere animale ma allo stesso tempo di garantire performance zootecniche soddisfacenti e un colore del prodotto finale adeguato alle esigenze del consumatore nonostante il maggior apporto di ferro. È comunque chiaro che la quantità di alimento solido potenzialmente utilizzabile sia strettamente subordinata alle caratteristiche dell'alimento stesso. A tale proposito gli aspetti da considerare con particolare attenzione sono il contenuto in ferro per i riflessi esercitati sul colore della carne e la fermentescibilità e degradabilità rispettivamente dei carboidrati non fibrosi e della frazione proteica per il rischio di aumento dell'incidenza di dismetabolie digestive.

Il ferro rappresenta il principale fattore limitante, e proprio per tale motivo i cereali, nelle loro diverse forme, trovano largo impiego, mentre l'utilizzo di alimenti come l'insilato di mais, sia umido che ventilato, decisamente interessanti sotto il profilo dietetico in quanto ottimizzano l'attività e funzionalità ruminale, è condizionato dall'alto livello di ferro presente. Tra le varie fonti di cereali, il mais granella è sicuramente il più diffuso in conseguenza sia della sua facile reperibilità che del suo basso contenuto in ferro (~25 ppm).

Gli alimenti proteici, pur essendo indispensabili per un corretto sviluppo ruminale dal punto di vista fisio-anatomico e biochimico, trovano ostacolo nel loro utilizzo per essere caratterizzati da un elevato contenuto in ferro che, fatta eccezione per alcuni alimenti quali lupino e pisello, è sempre superiore, e spesso considerevolmente, ai 100 ppm.

Le maggiori criticità legate alla gestione nutrizionale nel moderno allevamento del vitello a carne bianca sono collegate a quelle fasi di allevamento in cui gli animali sono sottoposti a importanti cambiamenti ambientali e alimentari che si riflettono in variazioni fisiologiche potenzialmente in grado di compromettere lo stato di salute e conseguentemente il corretto sviluppo dei soggetti.

Fase di adattamento

È il periodo che va dall'introduzione dei soggetti in allevamento ai quindici, venti giorni successivi, durante il quale i vitelli sono soggetti a importanti cambiamenti ambientali e alimentari in cui l'incidenza delle problematiche sanitarie è massima. Dal punto di vista alimentare, è quindi indispensabile l'utilizzo di un latte altamente digeribile, che garantisca apporti in energia, minerali, vitamine e proteine tali da determinare da un lato un'efficace azione immunostimolante e dall'altro, uno sviluppo corretto dei soggetti.

Introduzione dell'alimento solido

Questo periodo è particolarmente delicato in quanto, se da un lato bisogna abituare gradualmente l'animale all'alimentazione solida, dall'altro si cerca di mantenere invariato il piano alimentare relativo all'alimentazione latte.

L'importanza di questo periodo di adattamento è correlata alla possibile insorgenza di patologie legate al mancato o insufficiente stimolo del riflesso di chiusura della doccia esofagea condizione che determina il passaggio dell'alimento liquido in un rumine non ancora fisicamente e biochimicamente sviluppato con conseguente sviluppo di forme di acidosi ruminale, putrefazione del contenuto ruminale e fenomeni di meteorismo.

Passaggio tra il primo e secondo periodo

Il passaggio dal latte tipico del periodo di adattamento a quello del secondo periodo non comporta particolari disagi al vitello in quanto la composizione delle due tipologie di latte è molto simile e generalmente si attua un passaggio graduale, di norma in 7-10 giorni.

L'integrazione con l'alimento solido aumenta gradatamente determinando un progressivo sviluppo del sistema digerente del vitello ed in particolare del complesso rumine reticolo, consentendo di conseguenza un migliore utilizzo ed assorbimento dell'energia apportata con la "fibra alimentare".

Fase di finissaggio

La fase di finissaggio inizia di norma intorno ai 130-140 giorni ed è caratterizzata da un lato dall'utilizzo di un latte ad elevato contenuto lipidico (21%) e dall'altro da un significativo incremento delle quantità di alimento solido.

Ultimo pasto

Al fine di limitare gli accertati effetti che lo stress da trasporto può avere sulla qualità della carne, è importante attuare alcuni accorgimenti a livello nutrizionale relativamente al pasto immediatamente precedente l'invio degli animali al macello.

A tale proposito è consigliabile integrare il pasto, ridotto solitamente di un quarto sia in volume che nella concentrazione rispetto alla razione tipica della fase di finissaggio, con zuccheri facilmente digeribili (glicole propilenico, fruttosio) e quindi prontamente utilizzabili dall'animale consentendo di meglio fronteggiare lo stress da trasporto e di ottimizzare, con l'aumento delle riserve di glicogeno muscolare, una rapida discesa del pH della carne con un miglioramento del colore, della capacità di ritenzione idrica, dell'attitudine alla conservazione e della tenerezza e dell'aroma della carne.

Il ferro nell'allevamento del vitello a carne bianca

Come già accennato, la somministrazione di ferro alimentare e il suo controllo sono fattori cardine nell'allevamento dei vitelli a carne bianca. È noto infatti che il ferro in quanto costituente del gruppo eme, gruppo funzionale sia dell'emoglobina che della mioglobina principale pigmento della carne, rappresenta un fattore di basilare importanza nel determinare il colore della carne. A valori superiori di ferro alimentare corrispondono concentrazioni maggiori di emoglobina e mioglobina e quindi carni più scure. D'altro canto, la carenza di ferro determina stati anemici, se la concentrazioni ematica di emoglobina risulta inferiore a 6-7 g/100ml, a cui può conseguire, a seconda della gravità della patologia: insufficienza cardio-circolatoria, ipotermia, disturbi della digestione, apatia, riduzione dell'assunzione di cibo e quindi cattivo stato di nutrizione e di sviluppo.

Tabella 3. Concentrazione ematica media di emoglobina e relativa variazione media in soggetti di diversa razza (Casartelli A., 1998).

SOGGETTI (numero)	EMOGLOBINA MEDIA (g/100ml)
Frisoni (25.000 capi)	9,60 ± 1,60
Incroci maschi (5.000 capi)	10,20 ± 1,40
Incroci femmina (5.000 capi)	10,60 ± 1,20
Polacchi (15.000 capi)	10,90 ± 1,10

Il valore di emoglobina (Hb) dei vitelli a carne bianca varia in funzione del periodo di allevamento ma anche in base alle caratteristiche del soggetto (Tabella 3).

Ai fini del rispetto del benessere animale, il livello di emoglobina non deve essere inferiore a 4,5 mmol/l (7,25 g/dl). Il rispetto di questo parametro si traduce in una minore incidenza di animali stressati e debilitati ovvero maggiormente predisposti ad incorrere in stati patologici e ritardi di crescita.

Al fine di rispettare quanto richiesto dalla normativa è normale prassi che a livello aziendale vengano elaborati programmi di autocontrollo in modo da individuare tempestivamente gli animali con tendenza all'anemia e attuare, nel caso, opportuni accorgimenti per ristabilire le condizioni ottimali e allo stesso tempo non raggiungere concentrazioni ematiche in emoglobina tali da determinare uno scadimento del prodotto finito. I protocolli operativi sono diversi ma alla base di ognuno di essi vi è la necessità di effettuare prelievi ematici per l'analisi della concentrazione emoglobinica lungo tutto il ciclo produttivo sulla totalità dei soggetti o su una parte rappresentativa della mandria a seconda della fase produttiva. In caso di rilevazione di valori di emoglobina al di sotto della soglia consentita dalla legge si procede alla somministrazione di ferro destrano per via sottocutanea.

Dati bibliografici, orientamenti normativi e indicazioni dell'EFSA

La tematiche relative al benessere animale nell'allevamento bovino sono, ora più che mai, argomento di attualità. È infatti in fase di preparazione presso la Commissione Europea un regolamento che, una volta emanato, fornirà indicazioni e obblighi al fine di preservare il massimo benessere all'interno degli allevamenti bovini. Ovviamente anche l'allevamento

del vitello a carne bianca è coinvolto e tematica di particolare interesse risulta essere il livello minimo di emoglobina ematica da mantenere nei vitelli al fine di garantire uno stato sanitario adeguato.

A tale riguardo la bibliografia riporta chiaramente come i valori indicati nell'attuale normativa possano essere ritenuti sufficienti a garantire un buono stato di salute degli animali. Il manuale Merck propone di considerare nella norma valori di emoglobina compresi tra 8 e 15 g/dL per la specie bovina (Amstutz et al., 1995). Tale range viene ulteriormente confermato dalla "American Veal Association" che riporta valori di emoglobina compresi tra 7 e 13 g/dL in vitelli sani, mentre associa a valori inferiori ai 7 g/dL uno stato di lieve anemia.

Stull e McMartin (1992) associano a valori di emoglobina inferiori a 7 g/dL fenomeni di anemia subclinica, senza tuttavia l'evidenza di effetti negativi a livello di salute, performance e benessere. A valori di emoglobina inferiori a 6 g/dL si evidenzia invece anemia clinica e, al di sotto dei 5 g/dL, chiare variazioni fisiologiche negli animali.

Il "Recommended code of practice for the care and handling of special-fed veal calves" (Agriculture and Agri-Food Canada, 1988) definisce che solo i livelli di emoglobina al di sotto dei 6,5 g/dL sono da considerarsi pericolosi per il benessere dei vitelli. A riguardo, Scott e Ghodrathnama (2004) considerano il valore di 6,5 g/dL come un limite valido ma propongono di considerare valori ad esso *borderline* come raggiungibili solo in situazioni in cui i parametri ematici degli animali vengano strettamente controllati.

Stull e McDonough (1994) in uno studio strutturato al fine di valutare il benessere dei vitelli a carne bianca, suggeriscono di considerare valori di emoglobina al di sotto dei 7 g/dL come indicatori di anemia clinica e compresi tra 7 e 7,9 g/dL come indicatori di anemia lieve. Gli stessi autori sottolineano tuttavia come, nonostante in fase pre macellazione il 25% degli animali presentassero valori di emoglobina associabili ad anemia lieve e il 10% ad anemia clinica, in nessuno dei vitelli era stato riscontrato nel corso dell'intero ciclo di allevamento un calo nell'assunzione e nelle performance zootecniche, parametri questi, chiari indicatori dello stato di anemia.

A supporto di quanto evidenziato fin'ora, si riporta uno schema di andamento della concentrazione di emoglobina ematica proposto dalla "American Veal Association" come valido per vitelli da macellare a circa 6 mesi di età, nel pieno rispetto del benessere animale (Tabella 4).

Tabella 4. Schema di andamento della concentrazione di Hb ematica.

ETÀ (settimane)	Hb (g/dL)
4	9,5 - 9,9
8	8,5 - 9,5
12	8,0 - 8,5
14	7,5 - 8,0
Pre macellazione	7,2 - 7,5

A sottolineare l'attenzione e l'interesse che tale tematica esercita anche a livello di Comunità Europea, la Commissione ha recentemente richiesto all'EFSA di emanare un parere relativamente ai rischi legati al benessere nell'allevamento del vitello a carne bianca (EFSA, 2006). Tale documento tratta in maniera estesa questa tematica e ovviamente presenta un'ampia discussione relativamente al pericolo di anemia e al livello di emoglobina ematica minimo da garantire. L'EFSA raccomanda quindi di cercare di fornire il ferro necessario a garantire un adeguato stato di salute dell'animale principalmente tramite l'alimentazione; specifico riferimento viene fatto relativamente alle ultime quattro settimane di allevamento, momento in cui gli animali raggiungono il livello di anemia più spinto e diventa quindi necessario un controllo della concentrazione ematica di emoglobina. Al fine di garantire un corretto stato di salute degli animali l'EFSA indica due diverse concentrazioni minime a seconda che il prelievo ematico di controllo sia fatto su ogni singolo animale o solo su di un campione rappresentativo per identificarne un valore medio. A conferma di quanto riportato in bibliografia anche l'EFSA suggerisce che, in caso di campionamento su tutti i capi presenti in stalla, il valore di 4,5 mmol/l di emoglobina risulta valido nel garantire uno stato di salute adeguata del vitello. Al contrario, in caso di campionamento su una frazione della partita di animali e del calcolo di un valore medio, non essendoci dati relativi alla variabilità di tale parametro in vitelli vicini alla macellazione, il valore consigliato attualmente dalla legislazione non sembra sufficiente e quindi bisognerebbe considerare dei valori più elevati e cioè pari a 6 mmol/l.

Il colore della carne

Il colore è il parametro dotato di maggiore potere discriminante al momento dell'acquisto, in quanto viene strettamente associato alla freschezza della carne ed anche alla sua tenerezza. Relativamente alla carne di vitello a carne bianca, tale caratteristica è sicuramente quella che ha più forte impatto sul consumatore ed in particolare nel mercato

Lombardo dove questa caratteristica è considerata di fondamentale importanza tanto che la categoria di colore migliore è da sempre denominata vitello “Bianco Milano”, terminologia utilizzata e riconosciuta in tutta Europa.

Il colore della carne è dato essenzialmente dal valore di pH finale a 24 ore dalla macellazione e dal livello di mioglobina presente nel muscolo, pigmento rosso contenente ferro, la quale ha il compito di fissare l'ossigeno veicolato dall'emoglobina presente nei globuli rossi.

Schematizzando (ma le eccezioni, come verrà illustrato, non sono poche), si può affermare che il livello di mioglobina nel tessuto muscolare è direttamente proporzionale all'intensità di colore della carne. In una carcassa di vitello classificata “bianca” sono infatti presenti circa 2 mg di mioglobina per kg di muscolo, nella carcassa “rossa” circa 5 mg/kg e nella carcassa di vitellone circa 15 mg/kg.

La “carne bianca” si ottiene dunque fornendo all'animale una quantità di ferro inferiore ai suoi fabbisogni stimolando una scarsa produzione sia di emoglobina che di mioglobina; per questo motivo il vitello anemico è divenuto sinonimo di vitello con carni bianche, cosa peraltro non del tutto esatta.

Infatti, anche se è vero che un vitello “bianco” ha sicuramente livelli ematici di emoglobina vicini alla soglia stabilita per legge, non è vero il contrario, poiché possiamo avere vitelli anemici la cui carne risulta scura alla macellazione. Questo evento si può verificare fondamentalmente per tre motivi:

- 1) Scarso contenuto in mioglobina delle carni ma caratterizzate da un rosso intenso conseguente alla trasformazione della poca mioglobina presente in metaemoglobina (cioè mioglobina ossidata) a causa di uno stato di intossicazione dell'animale, dovuto ad un'alimentazione scorretta, a uno stato ipossico o a presenza di gas nell'ambiente di allevamento, di malattie o terapie recenti o infine di un eccessivo stato di anemia.
- 2) Mancata acidificazione della carne e conseguente colorazione rossa determinata da carenza di glicogeno nel tessuto muscolare. Questo zucchero di riserva viene consumato ogni volta che l'animale si muove, si agita, o comunque viene sottoposto a stress. A questo proposito è indispensabile che nelle 2/3 settimane che precedono la macellazione venga evitato agli animali ogni evento stressante. È opportuno ricordare a tale proposito l'importanza addirittura capitale rivestita dal momento di carico degli animali sul camion, dalle condizioni e dalla durata del viaggio fino al macello, dallo scarico e dalle operazioni di macellazione poiché l'eccesso di stress in questi frangenti

comporta un depauperamento delle scorte di glicogeno a livello muscolare, con insufficiente discesa del pH e colore delle carni più scuro del dovuto.

- 3) Anche la “struttura” della carne riveste notevole importanza ai fini della valutazione del colore. Con questo termine si fa riferimento al numero di cellule muscolari per unità di volume, alle loro dimensioni e alla loro disposizione. Differenze in termini di colore sono infatti rilevabili tra soggetti di tipo genetico diverso.

Valutazione oggettiva e soggettiva del colore

La rilevazione del colore della carne di vitello a carne bianca viene effettuata in Italia generalmente da personale qualificato, che classifica le carcasse tramite valutazione visiva individuale, identificandone la gradazione in base a una scala che dovrebbe basarsi su 4 classi colorimetriche (1=bianco milano, 2=bianco, 3=rosato, 4=rosso). Tuttavia, allo stato attuale la classificazione del colore in sede di macellazione viene effettuata “per partita”, cioè per gruppo di vitelli provenienti da un unico fornitore e non per singolo soggetto e in base a griglie di colore a 3 classi di discriminazione (1=bianco, 2=rosato, 3=rosso). Tali aspetti evidenziano che nelle normali condizioni operative esiste un elevato rischio di insufficiente accuratezza nella valutazione del colore. Anche la ripetibilità tra classificatori è spesso argomento di discussione in particolare quando la valutazione del colore delle carcasse si scosta dallo standard merceologico ritenuto ideale dal mercato.

Il colore ideale per la carne di vitello dovrebbe corrispondere a un rosa pallido, anche se molti operatori del settore riconoscono un colore rosa-grigio come accettabile (Lagoda et al., 2002). La rilevante importanza di questa caratteristica non solo nell'orientare la preferenza del consumatore, ma anche nel determinare il valore del prodotto stesso, ha stimolato da anni la ricerca di metodiche che riescano a sostituire all'attuale sistema soggettivo un sistema oggettivo estendibile e uniformabile a qualsiasi realtà produttiva al fine di poterlo riconoscere come univoco, attendibile e rappresentativo.

Esistono diverse metodiche di laboratorio per valutare il colore della carne (Eikelenboom, 1989; Swatland, 1995) tra cui ad esempio persino la determinazione del contenuto in pigmento eme. Tuttavia, e nonostante queste metodiche siano molto attendibili, risulta impossibile adeguarle per un utilizzo pratico in particolare per le tempistiche rapide che richiede la realtà di trasformazione e commercializzazione della carne.

Uno strumento a riguardo potenzialmente valido potrebbe essere il colorimetro, come già da tempo ipotizzato da alcuni autori (Eikelenboom, 1898). Questa apparecchiatura è in grado di misurare la riflettanza di una superficie e può essere applicato per un'enorme

varietà di prodotti e applicazioni industriali. Il colorimetro emette un flash di luce standard per intensità e composizione e valuta quindi il fascio di luce riflessa dalla superficie da valutare per le caratteristiche colorimetriche. Questa luce costituisce la parte dello stimolo luminoso, emesso dal colorimetro, che non viene assorbita dalla superficie, ed è quella poi percepita dal nostro occhio.

L'indagine colorimetrica utilizza il sistema CIELAB (Immagine 6) cioè un sistema colorimetrico pubblicato nel 1976 dalla CIE (Commission International d'Éclairage) basato sul modello psicometrico, utilizzato per la descrizione numerica della percezione cromatica dell'occhio umano che permette di rilevare tre principali coordinate colorimetriche:

- Luminosità (L^*): espressa su una scala che va dal nero (0) al bianco (100).
- Indice del rosso (a^*): con campo di variabilità fra il rosso (0 / +50) e il verde (0 / -50).
- Indice del giallo (b^*): con campo di variabilità fra il giallo (0 / +50) e il blu (0 / -50).

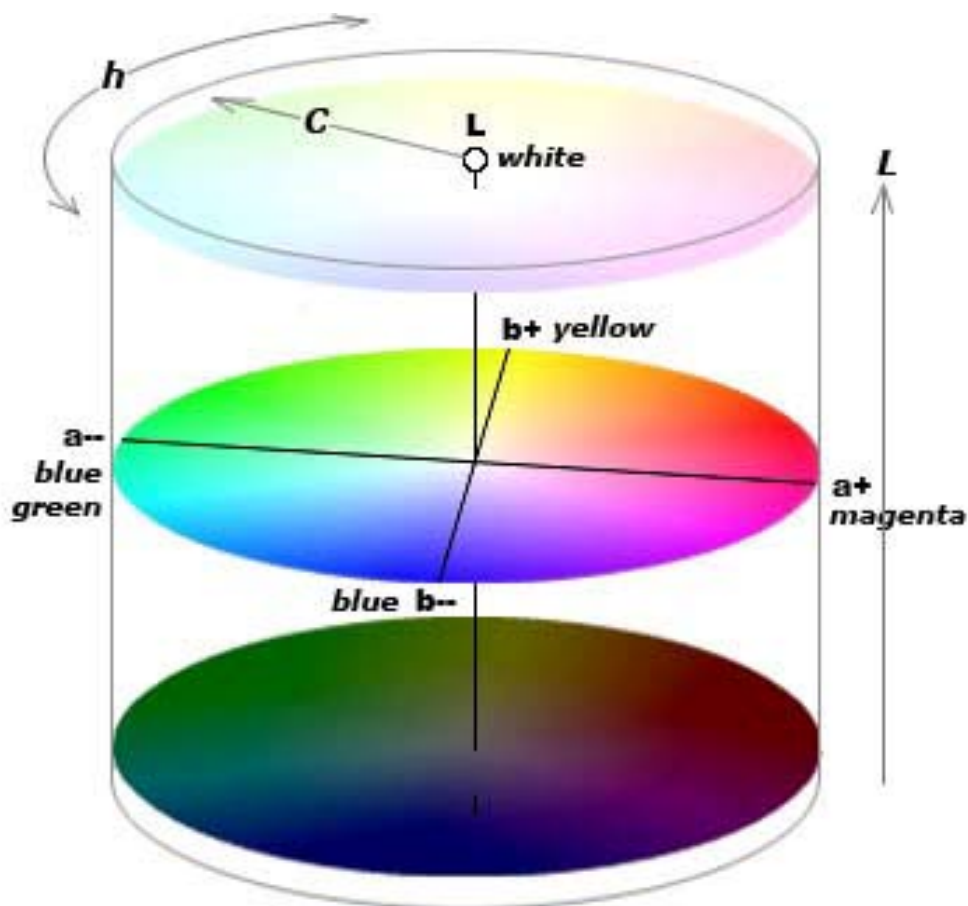


Immagine 6. Sistema CIELAB (L: luminosità; a: indice del rosso; b: indice del giallo; C: croma; h=tinta).

I due indici di a^* e b^* permettono inoltre di definire altri due parametri di più facile e immediata comprensione, il Croma o intensità di colore o indice di saturazione, che indica

la percentuale di colore puro presente, ossia la forza con cui un colore si stacca dal colore neutro (per Croma pari a 0 si ha il colore grigio) e la Tinta o rapporto tra la componente rossa e quella gialla, che indica, con una misura angolare, la tonalità del colore (per Tinta pari a 0 si ha il colore porpora).

Il colorimetro è stato utilizzato in alcune prove sperimentali, tra cui Becherel (1991) che ha evidenziato la validità della colorimetria nel definire il colore della carne di vitello, confermata anche in due successivi studi effettuati da Denoyelle e Jabet (1997) e da Denoyelle e Berny (1999).

Da un punto di vista pratico, passando pertanto da un approccio sperimentale ad un'applicazione industriale, si sottolinea che l'utilizzo del colorimetro nelle normali dinamiche di un moderno sito di macellazione, richiede un suo posizionamento alla fine della linea di macellazione, in modo da procedere alla lettura del colore circa 45 minuti dopo lo stordimento degli animali e la scelta della zona ideale per effettuare la rilevazione. A riguardo Lagoda e collaboratori (2002) hanno utilizzato la punta di petto e il fianco della carcassa mentre Danoyelle e Berny (1999) e Becherel e collaboratori (1992) hanno invece utilizzato il muscolo *rectus abdominis* altresì definito "pancetta". Recentemente Hulsegge e collaboratori (2000), in uno studio condotto su 50.000 vitelli confermano che il muscolo *rectus abdominis* è un punto di repere molto rappresentativo per la rilevazione del colore delle carcasse di vitello.

VALUTAZIONE OGGETTIVA STRUMENTALE DEL COLORE DELLE CARCASSE DI VITELLO AL MACELLO

Scopo della ricerca

Lo scopo del progetto è stato quello di sostituire la valutazione soggettiva del colore delle carcasse di vitello a carne bianca con una valutazione strumentale oggettiva, tramite applicazione in linea di macellazione di un colorimetro.

Materiali e metodi

Animali

Lo studio è stato effettuato monitorando 6.700 vitelli a carne bianca, principalmente di razza Holstein Friesland e di sesso maschile. Gli animali, tutti provenienti da allevamenti situati in Lombardia, sono stati macellati presso 3 strutture del Nord Italia.

Parametri indagati

Durante lo studio sono stati raccolti dati sia in fase di allevamento che al macello.

Allevamento

- Alimentazione: sono stati registrati in ogni allevamento integrato nello studio i quantitativi di alimento solido e latte somministrato agli animali.
- Performance zootecniche: sono state registrate le performance zootecniche di 4.000 vitelli in termini di incremento in peso a 100 giorni di allevamento e a fine ciclo. Valutando l'assunzione in sostanza secca media per partita sono state inoltre calcolate le rese per l'alimento latte e per l'assunzione totale.
- Strutture: ad ogni allevamento è stato assegnato un punteggio che prendeva in considerazione lo stato della struttura (stato della pavimentazione, corsie di movimentazione degli animali, spazi per la conservazione degli alimenti), le condizioni ambientali (livello di pulizia, ventilazione forzata/naturale, presenza di odori sgradevoli, illuminazione e rumorosità) e il tipo di interazione uomo-animale (ottime: assenza di stress da interazione, normale: normale stress da interazione, negativa: elevato stress da interazione). Ad ogni voce citata è stato assegnato un punteggio (Tabella 5), ottenendo quindi un punteggio medio complessivo per ogni allevamento.

Tabella 5. Tabella di rilevazione punteggio valutazione allevamento.

VOCE	1	2	3
Pavimentazione			
Corsie di movimentazione animali			
Spazi stoccaggio alimenti			
Pulizia			
Ventilazione			
Odori sgradevoli			
Illuminazione			
Rumorosità			
Interazione uomo-animale			
Valutazione complessiva			

1=ottimale; 2=sufficiente; 3=insufficiente.

- Gestione sanitaria: è stata registrata l'incidenza media delle principali patologie presenti negli allevamenti oggetto di sperimentazione e nello specifico patologie a carico dell'apparato respiratorio, dell'apparato locomotore e di quello gastro-enterico.
- Prelievi ematici: i valori di emoglobina ematica e volume medio corpuscolare (MCV) sono stati analizzati su 4.000 vitelli in corrispondenza dell'inizio del ciclo di allevamento, sul 10% dei vitelli al giorno 70 e sul 10% dei vitelli in corrispondenza del giorno 120, secondo il protocollo normalmente attuato negli allevamenti di vitelli a carne bianca. Su un campione rappresentativo di vitelli per partita è stato effettuato un campione ematico il giorno precedente l'invio al macello e presso il mattatoio in macello al fine di valutare la variazione di emoglobina ematica in relazione alle ore di trasporto effettuate.

Macello

- Caratteristiche delle carcasse: sono state acquisite 4.000 classificazioni delle carcasse per conformazione e stato di ingrassamento (EUROP).
- Rilevazione del pH: sono state effettuate 4.000 analisi del pH in macello a 24 ore post-mortem sul muscolo *longissimus dorsi* a livello dell'ultima vertebra lombare.
- Rilevazioni colometriche: sono state effettuate 6.700 rilevazioni colorimetriche, comprendenti le coordinate di luminosità, indice del rosso, indice del giallo, croma e tinta, in modo da disporre di un numero rappresentativo di acquisizioni per ognuna delle 4 categorie considerate di colore della carcassa di vitello.

- Valutazioni soggettive: sono state effettuate 6.700 valutazioni soggettive del colore da 3 valutatori esperti in cella di refrigeramento, in condizioni di luminosità omogenee al fine di non influenzare la determinazione. Ad ogni carcassa è stato assegnato un punteggio in base ad una scala a 4 classi (Tabella 6) (Denoyelle and Berny, 1999).

Tabella 6. Scala di riferimento per la valutazione visiva delle carcasse.

PUNTEGGIO	COLORE
1	Bianco Milano
2	Bianco
3	Rosato
4	Rosso

Analisi statistica

I dati raccolti sono stati elaborati con le procedure GLM e CORR PEARSON del pacchetto statistico SAS (2001).

Al fine di elaborare un'equazione predittiva del colore della carne di vitello a carne bianca i dati sono stati elaborati tramite analisi della regressione multipla STEPWISE del pacchetto statistico SAS (2001). L'equazione predittiva è stata sviluppata utilizzando 5.000 carcasse e successivamente testata sulle rimanenti 1.700. L'accuratezza dell'equazione è stata valutata in base all'indice R^2 e alla percentuale di carcasse la cui classe colorimetrica ottenuta tramite colorimetro (dopo essere stata approssimata al numero intero più vicino) corrispondeva alla classe colorimetrica assegnata in maniera soggettiva.

Risultati e discussione - Allevamento

Alimentazione

L'allevamento del vitello a carne bianca è sempre stato caratterizzato da standard manageriali rigidi che ovviamente condizionano anche le scelte nei riguardi del regime alimentare da adottare. L'impossibilità di utilizzare fonti alimentari ad alto contenuto in ferro ha quindi orientato le scelte verso un'alimentazione principalmente a base di mais granella, alimento questo caratterizzato da un basso apporto in ferro. A questo, possono essere abbinati mangimi industriali in pellet e foraggi principalmente rappresentati dall'insilato di mais. Nonostante queste possibili variazioni, l'alimentazione rimane per la maggior parte delle situazioni a base di mais granella che, nelle realtà osservate durante la prova sperimentale, rappresentava non meno del 70% del totale di alimento solido assunto dal vitello, fino ad arrivare al 100%. In media i vitelli coinvolti nella prova

sperimentale hanno assunto 142 ± 8 kg di alimento solido durante l'intero ciclo di allevamento.

Allo stesso modo gli schemi nutrizionali utilizzati relativamente all'alimentazione latte sono risultati molto simili tra le realtà osservate, variando unicamente per le tipologie di latte utilizzato per le diverse fasi di allevamento, soprattutto in base all'azienda produttrice del prodotto. In tal senso la prima differenziazione che è possibile fare è quella tra latte al 51%, ossia contenente il 51% di latte magro in polvere, e il così detto latte 0, dove la proteina del latte (caseina) viene sostituita da proteine del siero (lactoproteine) e proteine di origine vegetale. In Tabella 7 vengono riportate la composizione e le caratteristiche medie delle due principali tipologie di latte in polvere.

Tabella 7. Esempio di composizione di due diverse tipologie di latte per vitelli.

	LATTE 0	LATTE 51%
Proteina Grezza	21%	20%
Estratto Etereo	19%	21%
Cellulosa	0,50%	0,50%
Ceneri	7,50%	7,00%
Lisina	1,70%	1,80%
Metionina	0,30%	0,50%
Cisteina	0,25%	0,25%
Sostanza Secca	95%	95%
Vitamina A	25.000 U.I.	25.000 U.I.
Vitamina D3	8.000 U.I.	8.000 U.I.
Vitamina C	300 mg	300 mg
Vitamina E	65 mg	65 mg
Vitamina B1	15 mg	15 mg
Vitamina K3	5 mg	5 mg
Rame	6,5 mg	6,5 mg

Relativamente alle realtà osservate durante lo studio, la prevalenza di queste utilizza ormai quasi esclusivamente il latte 0 come unica fonte per l'alimentazione liquida, infatti le caratteristiche e la resa di questi alimenti in rapporto al loro costo li rende estremamente competitivi e interessanti rispetto al latte al 51%.

Le diverse tipologie di latte a disposizione vengono miscelate tra di loro al fine di garantire concentrazioni di nutrienti tali da soddisfare le esigenze degli animali nelle diverse fasi di

sviluppo. In linea generale, nei primi quindici giorni si ricorre all'utilizzo di un latte di avviamento (starter) che, al fine di garantire una migliore digeribilità, contiene una ridotta percentuale di lipidi (~17%) composti da olio di cocco (il più digeribile e presente in maggiore concentrazione), sego e strutto. Nei successivi cinquanta giorni si somministra latte con tenore lipidico pari a ~19%, per passare infine alla fase di ingrasso-finissaggio ad un latte contenente una percentuale di lipidi pari a ~21%.

Indipendentemente dalla percentuale di polvere di latte magro contenuto nel prodotto, tutte le tipologie di latte fornito garantiscono una percentuale in proteina compresa tra il 18 e il 21%, indispensabile per le funzioni plastiche del muscolo e per la crescita.

In media i vitelli osservati durante lo studio hanno assunto, sull'intero ciclo produttivo, 344 ± 5 kg latte in polvere, miscelato ad una concentrazione pari a circa il 20% in acqua.

Performance zootecniche

Le performance zootecniche dei vitelli sono state valute in ragione del loro incremento in peso e delle rese alimentari; i risultati sono riportati nella Tabella 8.

Tabella 8. Performance zootecniche.

Peso partenza	44 ± 5 kg
Peso a 100 gg	134 ± 22 kg
Peso finale	246 ± 35 kg
IMPG	$1,03 \pm 0,44$ kg
Resa Latte	$0,59 \pm 0,25$
Resa totale alimenti	$0,42 \pm 0,07$

In considerazione dell'omogeneità genetica degli animali oggetto di sperimentazione le variazioni in peso raggiunte a fine ciclo possono essere ascritte ai diversi regimi alimentari, con specifico riferimento alla tipologia di alimento solido utilizzato. Infatti gli animali alimentati a sola granella di mais o che hanno ricevuto anche un apporto proteico da mangime hanno evidenziato pesi finali e incrementi medi ponderali giornalieri superiori agli animali a cui invece veniva fornita quota parte dell'alimento sotto forma di insilato di mais o altri foraggi. È da far notare tuttavia che regimi alimentari così energetici, se non abbinati a una gestione manageriale adeguata e ad una particolare attenzione degli operatori, possono portare a una maggiore incidenza di dismetabolie ruminali, quali acidosi e meteorismo. Tali problematiche possono invece essere limitate tramite la

somministrazione di una quota di fibra in grado di stimolare maggiormente la masticazione dell'animale, aumentando quindi l'afflusso di sostanze tampone a livello del rumine.

Strutture e gestione

Al fine di valutare il possibile effetto che l'ambiente e le diverse tipologie di gestione degli animali esercitano sul colore e la qualità del prodotto finito, sono stati valutati attraverso punteggio, 20 allevamenti e il punteggio medio assegnato ad ogni allevamento è stato messo in relazione ai dati colorimetrici rilevati a livello del muscolo *rectus abdominis* e al colore rilevato attraverso valutazione soggettiva della carcassa in cella di refrigerazione da personale tecnico specificatamente addestrato e validato (Tabella 9).

Tabella 9. Correlazione punteggio "gestione aziendale" e dati colorimetrici rilevati sulle carcasse a livello del *rectus abdominis*.

	COLORE SOGGETTIVO	LUMINOSITÀ	INDICE DEL ROSSO	INDICE DEL GIALLO
Management	0.68203 [†]	- 0.49449 [†]	0.42801 [†]	0.00153

[†] $P < 0.0001$

Dai dati rilevati si può facilmente dedurre come la tipologia di allevamento e la gestione degli animali abbiano un effetto importante sul colore del prodotto carne. I dati riportati evidenziano infatti una correlazione significativamente negativa della gestione manageriale con la luminosità delle carcasse e al contrario significativamente positiva con l'indice del rosso e il punteggio colorimetrico assegnato in maniera soggettiva. Pertanto al peggiorare della gestione dell'azienda e delle condizioni ambientali le carni risultano più scure.

Tali risultati sono chiaramente riconducibili allo stress che le diverse forme manageriali possono esercitare sugli animali. È infatti chiaramente riportato in bibliografia come un approccio negativo nei confronti di questa tipologia di animali li renda più suscettibili allo stress determinando al macello un minor potenziale glicolito della carne, pH maggiori e quindi un colore della carne più scuro (Tabella 10).

Tabella 10. Effetto della gestione degli animali sulla qualità della carne (Lensink et al., 2001).

	POSITIVA	NEGATIVA
Incidenza delle carcasse valutate scure	14,5 [†] %	23,0 [†] %
Potenziale glicolitico	172,6 [†] μmol/g	154,1 [†] μmol/g
pH 48 ore postmortem	5,56 [†]	5,63 [†]
Luminosità (L*)	58,7	58,4
Indice del rosso (a*)	11,2 ^{††}	12,5 ^{††}
Indice del giallo (b*)	8,5	8,9

[†]P < 0,05

^{††}P < 0,01

Stato sanitario degli animali

Durante lo studio è stata valutata l'incidenza media delle principali patologie dell'allevamento del vitello a carne bianca (Tabella 11).

Tabella 11. Incidenza media delle principali patologie nell'allevamento del vitello a carne bianca.

Patologia respiratoria	40%
Patologia apparato locomotore	4%
Patologie enteriche	10%
Dismetabolie ruminali	35%

I dati riscontrati hanno confermato la patologia respiratoria come principale causa di trattamenti e perdite in questa tipologia di allevamento. Infatti, i giovani bovini sono particolarmente sensibili a variazioni di temperatura anche minime che, se nei primi 30-60 giorni di vita sono le principali cause di patologie enteriche, nei periodi successivi sfociano in affezioni delle vie respiratorie. Per di più è nota una diretta connessione tra le forme patologiche a carico dell'apparato gastro-enterico e quelle polmonari. Waltner-Toews e collaboratori (1986) riportano infatti un'incidenza di patologia respiratoria bovina in quasi il 50% degli animali che nei primi stadi della loro vita hanno sofferto di forme enteriche.

A conferma delle considerazioni fatte fin'ora sull'alimento solido e l'importanza di fornire un alimento bilanciato al fine di garantire un corretto funzionamento e sviluppo del rumine, le forme patologiche che seguono la patologia respiratoria per incidenza sono state le dismetabolie ruminali. Emerge chiaramente la necessità di ricercare un alimento che, se da un lato soddisfi le richieste normative e persegua quindi il miglioramento del benessere del vitello, dall'altra non determini un peggioramento qualitativo della carne, abbassando quindi il gradimento del consumatore.

Valutazione dei parametri ematici

I dati medi relativi ai parametri Hb e MCV rilevati in diversi momenti del ciclo produttivo del vitello a carne bianca sono riportati in Tabella 12.

Tabella 12. Valori medi di Hb e MCV in vitelli a carne bianca in relazione alla fase di allevamento.

	Hb (g/dL)			MCV (fl)		
	inizio ciclo	70/80 giorni	120/130 giorni	inizio ciclo	70/80 giorni	120/130 giorni
Valore medio	9,49	9,84	8,44	30,10	30,00	28,20
DS	0,62	0,87	0,87	2,00	0,98	0,98

I valori evidenziati trovano conferma sia con la bibliografia che con i dati pratici, è infatti comune avere un valore sia di Hb che di MCV elevato durante le prime fasi di allevamento e che gradualmente cala con l'avvicinarsi del momento della macellazione, raggiungendo valori di circa 7,8 g/dL e 22 fl rispettivamente. Tali riscontri ematici garantiscono infatti un adeguato stato di salute degli animali per tutto il ciclo produttivo, nonché un adeguato colore della carne.

Al fine di valutare la relazione tra colore percepito della carne e parametri ematici, sono stati effettuati campionamenti di sangue il giorno precedente l'invio al macello di una quota rappresentativa di animali (Tabella 13). Dalla tabella si evince come entrambi i parametri possano essere ritenuti rappresentativi dell'andamento del colore della carne. In base a tale evidenza e agli andamenti di Hb e MCV, in futuro potrebbe essere possibile stimare dei valori di riferimento anche per fasi più precoci del ciclo, al fine di poter modulare la gestione nutrizionale degli animali durante l'ultimo periodo d'ingrasso.

Tabella 13. Variazione di Hb e MCV in relazione al colore percepito.

Colore percepito	Hb (g/dL)	MCV (fl)
Bianco milano	7,92	22,36
Bianco	8,36	23,50
Rosa	8,79	25,30
Rosso	9,61	27,14

Sugli stessi animali è stato successivamente effettuato un campionamento anche in sede di macellazione al fine di valutare se il rilevamento della concentrazione di emoglobina

ematica potesse essere considerato un parametro valido al fine di stimare il colore della carne.

Le rilevazioni effettuate sull'emoglobina ematica hanno evidenziato un aumento di tale parametro durante il trasporto (Tabella 14).

Tabella 14. Differenza media in emoglobina ematica se rilevata su sangue prelevato al macello o in allevamento e relative significatività.

Ore di trasporto	Hb Allevamento	Hb Macello
2	8,05 [†]	8,85 [†]
8	9,35 ^{††}	10,18 ^{††}

[†]P < 0,0001

^{††}P < 0,01

Questa evidenza risulta importante in quanto esclude la possibilità di utilizzare tale parametro, facilmente rilevabile al macello, come indicatore della categoria di colore della carne del vitello, dal momento che, come dimostrato, esso può essere falsato da eventi stressanti e con entità diversa a seconda della suscettibilità dell'animale allo stress da trasporto, alle modalità di carico e scarico, all'attesa pre-macellazione, ecc. Si ritiene tuttavia che le variazioni di emoglobinememia che si verificano durante la movimentazione non siano in grado di condizionare il colore della carne.

Risultati e discussione - Macello

Caratteristiche delle carcasse

In Tabella 15 sono riportate le caratteristiche medie delle carcasse valutate nei tre differenti macelli, in ragione del peso medio, della conformazione e dello stato di ingrassamento, nonché della media delle coordinate colorimetriche rilevate a livello del muscolo *rectus abdominis*.

Tabella 15. Caratteristiche medie delle carcasse oggetto di studio.

	Peso carcassa (kg)	Conformazione ^a	Stato di ingrassamento ^b	L*	a*	b*
Media	139,87	2,61	2,86	47,44	13,44	1,77
DS	20,27	0,87	0,90	3,59	2,16	1,32

^aValutazione EUROP: 1=P (povera), 5=E (eccellente)

^bValutazione EUROP: 1=magro, 5=molto grasso

Nel Grafico 1 viene riportata la distribuzione delle carcasse in relazione alla valutazione soggettiva effettuata dai valutatori nei macelli (M1, M2 e M3) presi in considerazione durante la prova.

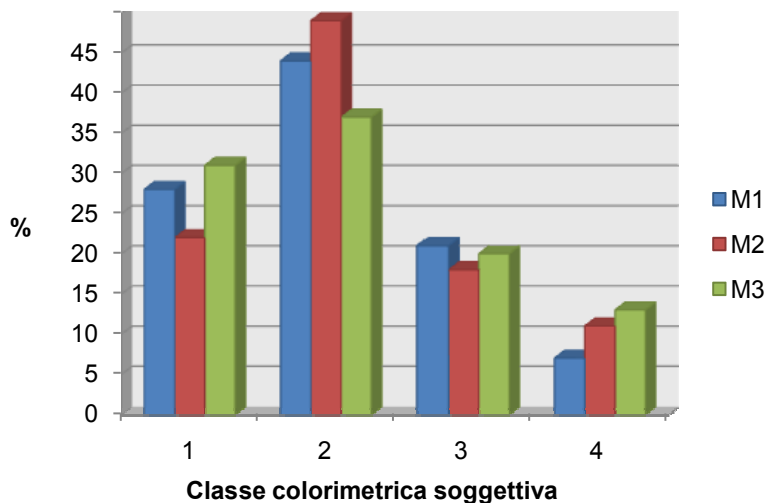


Grafico 1. Distribuzione delle carcasse in relazione alla valutazione soggettiva nei 3 macelli considerati durante la prova (1=bianco milano; 4=rosso).

Le carcasse valutate “rosate” e “rosse” dai valutatori, e quindi attribuite alle classi merceologiche meno pregiate, sono state il 28%, 29% e 33% rispettivamente per il macello 1, 2 e 3. Tale evidenza mette chiaramente in luce come, ancora a distanza di parecchi anni dall’entrata in vigore della normativa sul benessere dei vitelli, l’utilizzo di una fonte di alimento solido nella nutrizione del vitello oltre al latte, determini una difficoltà da parte degli allevatori nel raggiungere uno standard qualitativo comparabile a quello tipico degli anni ’90. La ricerca di una possibile modulazione dei sistemi di pareggiamento del ferro ematico in base all’utilizzo di un alimento la cui scelta non sia unicamente dovuta al basso apporto di tale metallo, ma anche in base alla sua capacità di stimolare l’attività e la funzionalità ruminale nel vitello, è infatti ancora molto limitata. Tale aspetto è soprattutto dovuto alla scarsa conoscenza non solo delle variazioni in contenuto in ferro tra materie prime e all’interno della stessa tipologia di alimento, ma anche alla completa mancanza di dati relativi alla biodisponibilità intestinale dello stesso elemento in relazione alle diverse fonti alimentari.

Effetto del pH sulla qualità della carne

È riconosciuto in bibliografia l’effetto dell’abbassamento nel tempo del pH delle carcasse sul colore della carne; tanto più questo è lento, maggiori saranno le probabilità di avere

carni più scure. Animali più stressati presentano generalmente un calo del pH meno rapido rispetto ad animali che meglio rispondono a stimoli stressogeni o che sono stati meno sottoposti agli stessi.

Oltre a ciò lo stress stimola il rilascio di catecolamine e di cortisolo nel circolo sanguigno; quest'ultimo ha un'attività specifica sul midollo osseo stimolando la liberazione in circolo di cellule della linea bianca e rossa del sangue. Quindi stress continui durante il ciclo produttivo aumentano la concentrazione ematica di emoglobina e possono, di conseguenza, avere un effetto indiretto sul colore della carne.

Anche i dati raccolti in macello durante la prova sperimentale hanno messo in luce l'effetto che gli eventi stressogeni, e di conseguenza il pH, possono avere sul colore della carne. Infatti anche se i valori di pH dopo 7 ore dalla macellazione non presentavano differenze significative tra le diverse classi colorimetriche (Tabella 16), stessa cosa non è avvenuta a 24 ore di distanza dalla macellazione.

È stata, infatti, evidenziata una differenza significativa tra i pH rilevati a 24 ore dalla macellazione per le classi colorimetriche “bianco Milano”, “bianco” e “rosato” rispetto alla classe colorimetrica “rosso” (Tabella 16). Tale riscontro è indicativo di come il colore delle carni, anche rilevato precocemente, possa essere indicativo di come si comporterà l'andamento del pH delle carcasse analizzate.

Tabella 16. Medie e significatività tra le medie dei pH delle carcasse rilevati a 7 ore e a 24 ore dalla macellazione.

Colore	pH 7	pH 24
Bianco Milano	6,58	5,76 ^a
Bianco	6,57	5,78 ^a
Rosato	6,64	5,77 ^a
Rosso	6,62	5,85 ^b

^{a,b} $P < 0,05$

Identificazione della postazione per la rilevazione colorimetrica

In sede di macellazione, la postazione ritenuta più adatta per la rilevazione colorimetrica è stata quella immediatamente antecedente alla zona di pesatura delle carcasse. Tale posizionamento risulta infatti adeguato anche per una “messa in linea” del colorimetro, per due principali motivazioni:

- Consente una pausa nella movimentazione delle carcasse tale da permettere la rilevazione; questo in conseguenza a una pratica comune che prevede un'ultima e rapida pulitura e rifinitura delle carcasse prima che le stesse vengano pesate. Le due attività risultano essere complementari, e quindi effettuabili in simultanea.

- La posizione subito antecedente al computer che emette le etichette, contenenti tutte le principali informazioni sulla carcassa relative alla rintracciabilità, permette l'eventuale inserimento delle specifiche relative al colore sulle stesse.

La sospensione tramite cavo elastico del colorimetro ne consente un rapido e facile utilizzo oltre a permetterne il collegamento al flusso informativo che segue le carcasse durante il loro percorso in macello; ciò garantirebbe, tramite l'utilizzo di software specifico, di convertire i valori numerici forniti dal colorimetro nella classe colorimetrica relativa.

Identificazione del punto di repere più indicativo

I punti di repere sono stati identificati tramite analisi di quelle che sono le zone che i valutatori sono soliti utilizzare al fine di attribuire la carcassa ad una delle differenti classi colorimetriche. Al fine di identificare il punto più rappresentativo del colore dell'intera carcassa è stata analizzata l'attendibilità delle posizioni e il ruolo di eventuali interferenze in grado di inficiare la valutazione oggettiva tramite colorimetro.

La valutazione ha preso in considerazione inizialmente 4 punti:

- Pancia: anche se uno dei punti maggiormente utilizzati durante la normale routine di valutazione delle carcasse, questo punto di repere è stato da subito scartato in quanto il muscolo presente su tale superficie non risulta esposto ma coperto da una spessa membrana di rivestimento che avendo un effetto "attenuante" sull'intensità del colore rilevato dal colorimetro non rende possibile una valutazione oggettiva del colore.
- Attacco della coda: Il punto di repere coda è stato preso in considerazione inizialmente grazie alla presenza di muscolo esposto; tuttavia osservando un numero maggiore di carcasse si è notata una costante presenza di accumuli di grasso che nella normale pratica di registrazione del colore avrebbero potuto condizionare la rilevazione. Oltre a ciò la coda risulta una zona difficilmente raggiungibile, in quanto, essendo le carcasse di vitello appese al nastro trasportatore per gli arti posteriori, risulta posizionata in alto. Tale fatto compromette la ripetibilità dell'analisi.
- Collo: il punto di repere collo è risultato inadatto a causa della frequente presenza di sangue, che interferisce con la rilevazione del colore.
- Punta di petto: la punta di petto è inizialmente risultato uno dei punti più attendibili per la rilevazione colorimetrica in quanto presenta superficie muscolare esposta a seguito del taglio operato con la sega circolare. Tuttavia ad un'analisi più attenta diversi fattori di interferenza, quali l'elevata variabilità di marezzatura e la possibile presenza di polvere d'osso, di sangue e di un'iridescenza sulla superficie di taglio dovuta ad un

sottile film lipidico conseguente al trascinamento da parte della lama, portano a scartare anche tale punto.

Il punto di repere ritenuto ideale per la rilevazione colorimetrica del colore della carcassa è risultato pertanto il muscolo *rectus abdominis* (retto dell'addome). Questo punto di repere è risultato il più attendibile al fine di valutare il colore dell'intera carcassa. La presenza di un sottile strato di connettivo che ricopre tale punto è però in grado di condizionare la rilevazione. Tale problematica è stata facilmente ovviata pianificando una semplice e leggera incisione superficiale effettuata a coltello da un operatore posizionato in catena, incisione che non influenza il valore del taglio commerciale.

Identificazione dell'equazione predittiva del colore

I grafici 2, 3 e 4 riportano la relazione tra i valori medi di luminosità (L^*), indice del rosso (a^*) e indice del giallo (b^*) e il colore rilevato dai valutatori in ciascuno dei tre macelli presi in considerazione dalla prova.

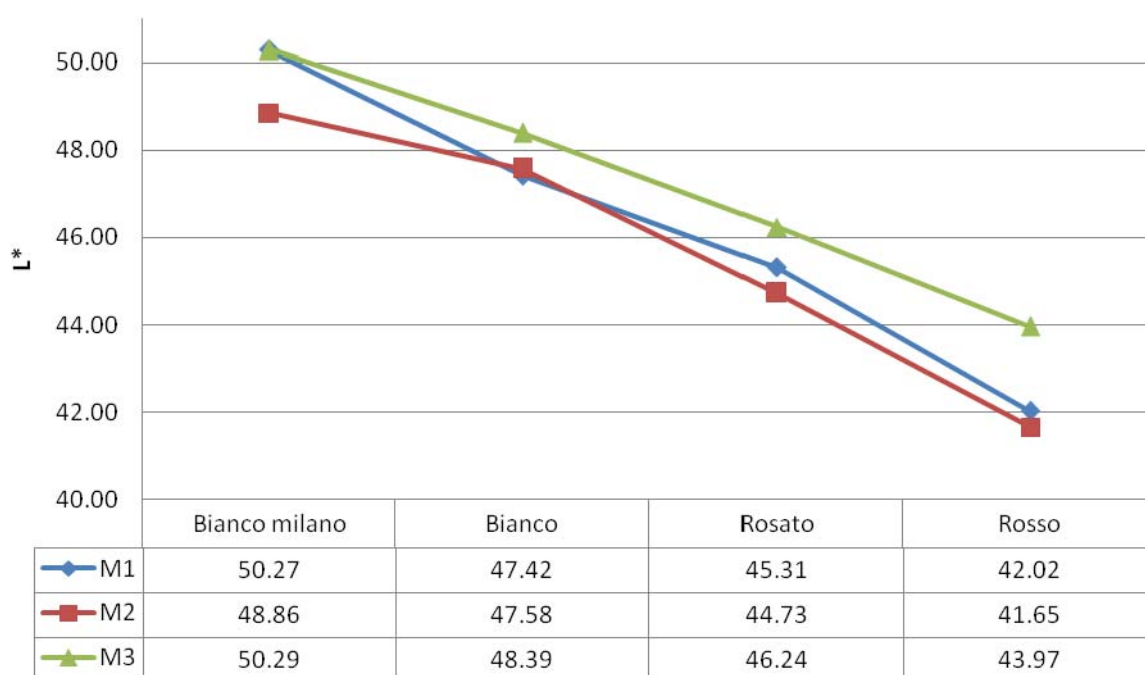


Grafico 2. Relazione tra i valori medi di L^* e il colore valutato dai valutatori nei 3 macelli (M1, M2 e M3).

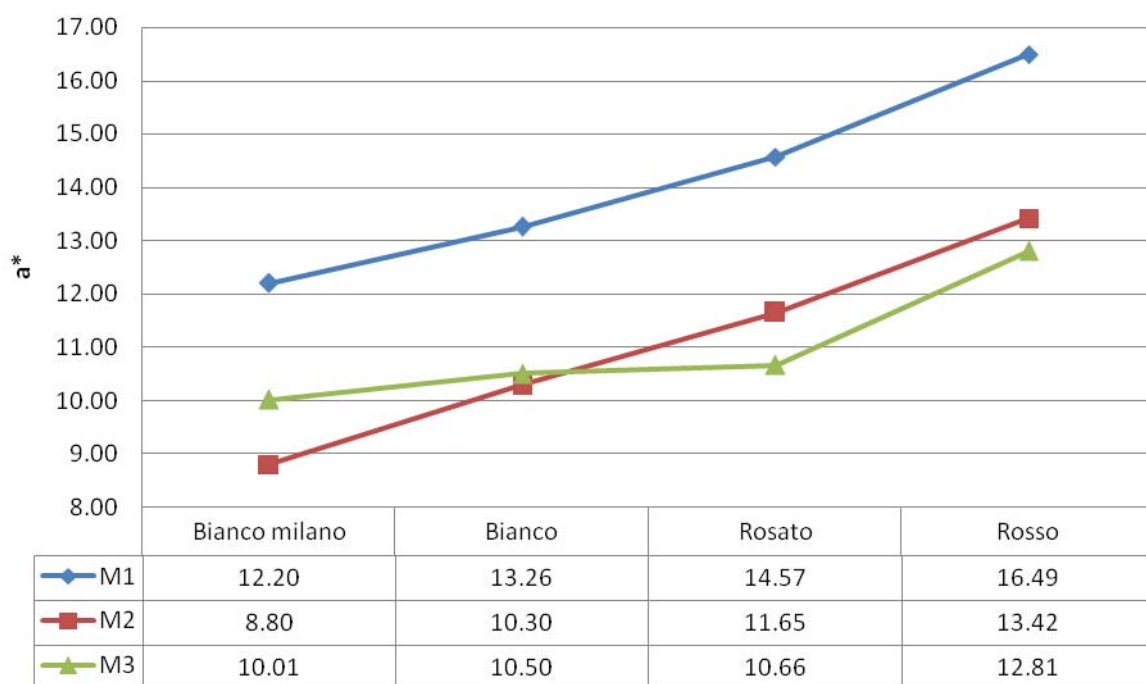


Grafico 3. Relazione tra i valori medi di a^* e il colore valutato dai valutatori nei 3 macelli (M1, M2 e M3).

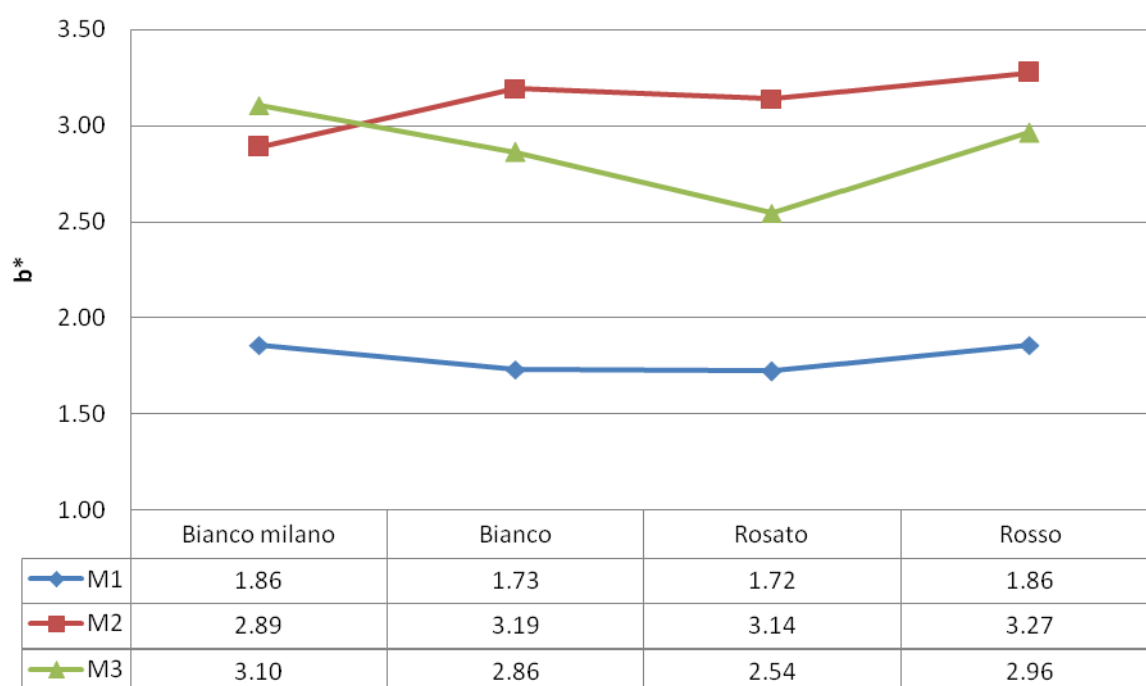


Grafico 4. Relazione tra i valori medi di b^* e il colore valutato dai valutatori nei 3 macelli (M1, M2 e M3).

Come atteso, il passaggio da carni valutate più chiare a quelle più scure ha determinato una diminuzione del valore di luminosità e un aumento dell'indice del rosso, mentre l'indice del giallo non ha evidenziato una stretta connessione con il colore della carne. Tali evidenze trovano ulteriore conferma dall'analisi della correlazione tra L^* , a^* e b^* e la valutazione soggettiva delle carcasse, presentata nella Tabella 17. Tale analisi evidenzia

infatti una correlazione significativamente negativa tra valutazione soggettiva e luminosità e, al contrario, positiva con l'indice del rosso. Come evidenziato dagli andamenti dell'indice del giallo la correlazione tra tale parametro e la valutazione soggettiva non risulta significativa.

Tabella 17. Correlazione tra L*, a*, b* e la valutazione soggettiva delle carcasse.

	L*	a*	b*
Valutazione soggettiva	- 0,62435 [†]	0,52346 [†]	- 0,02128

[†] = $P < 0,001$

Mettendo a confronto i risultati con lo studio effettuato da Denoyelle e Berny (1999) si evidenziano andamenti di L* e a* simili, tuttavia, mentre i valori medi di luminosità si avvicinano molto a quelli riscontrati nello studio francese, quelli di indice del rosso sono risultati più elevati. Relativamente all'indice del giallo anche se i valori medi riportati sono risultati simili, l'andamento è apparso molto differente, a ulteriore prova della relativa importanza di questo parametro nella valutazione del colore delle carni di vitello.

Differenze simili si evidenziano confrontandosi con il lavoro di Hulsegge e collaboratori (2001), che riportano valori medi di L* simili a quelli del presente studio ma rispettivamente più bassi e più elevati per a* e b*.

Queste differenze possono essere attribuite a differenze nella manualità durante le operazioni di rilevazione oggettiva del colore. Sterrenburg e collaboratori (1992) hanno infatti riportato una differenza significativa nelle coordinate colorimetriche rilevate tramite un colorimetro CR300 utilizzato sulle stesse carcasse da due operatori differenti. Inoltre nel presente studio, al fine di rendere il sistema complementare alla normale prassi operativa di macello, è stata effettuata una sola misurazione oggettiva del colore delle carcasse, invece che tre come nello studio di Denoyelle e Berny.

L'elevata correlazione delle coordinate colorimetriche L* e a* con la valutazione soggettiva del colore e la mancata significatività dell'indice del giallo sono in accordo con i risultati degli studi di Denoyelle e Berny (1999), Klont e collaboratori (2000), Hulsegge e collaboratori (2001) e Lagoda e collaboratori (2002).

Considerata l'elevata correlazione presente tra la luminosità e la valutazione soggettiva, la luminosità è stata utilizzata per eliminare una parte di rilevazioni i cui dati risultavano incoerenti. È infatti indiscutibile che la valutazione visiva soggettiva delle carcasse, operata anche da valutatori esperti e in condizioni di luminosità costanti, possa essere soggetta ad errori e d'altro canto risulta altrettanto vero che le operazioni di manualità

della carcassa per la rilevazione strumentale del colore sono, esse stesse, effettuate da un operatore che, seppur adeguatamente istruito, può comunque incorrere in errori. La scelta di scartare parte dei dati è sembrata quindi assolutamente necessaria al fine di garantire un risultato accurato. Per valutare la percentuale di valutazioni da eliminare sono state quindi elaborate e successivamente esaminate le distribuzioni gaussiane (Grafici 5, 6, 7 e 8) del parametro L^* in relazione alla classe colorimetrica assegnata dal valutatore. I dati ritenuti non significativi sono stati quindi eliminati e solo il 90% delle valutazioni raccolte è stata utilizzata per elaborare l'equazione predittiva.

Tali dati sono stati sottoposti ad elaborazione statistica ed in particolare ad un'analisi della regressione *stepwise* in grado di sviluppare un'equazione per calcolare una variabile dipendente conoscendo una serie di variabili indipendenti in grado di influenzarla. Nel caso preso in considerazione dal presente studio, la variabile dipendente è la categoria di colore, mentre le variabili indipendenti considerate sono state luminosità, indice del rosso, indice del giallo, Croma e Tinta, oltre a una serie di altri indici ottenuti tramite elaborazione matematica di tali parametri.

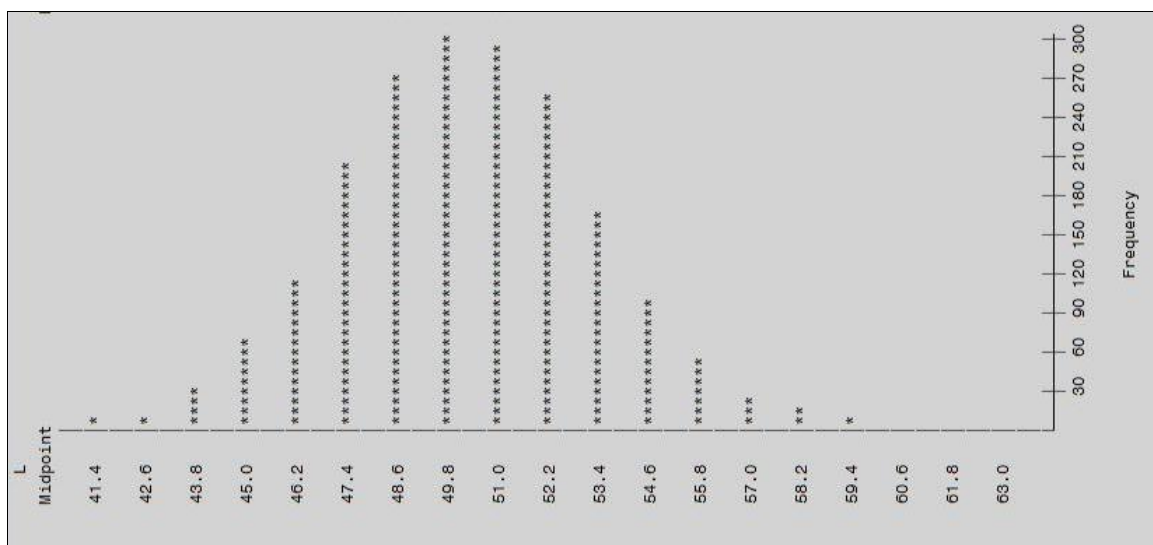


Grafico 5. Distribuzione gaussiana del parametro L^* in relazione alla classe colorimetrica 1.

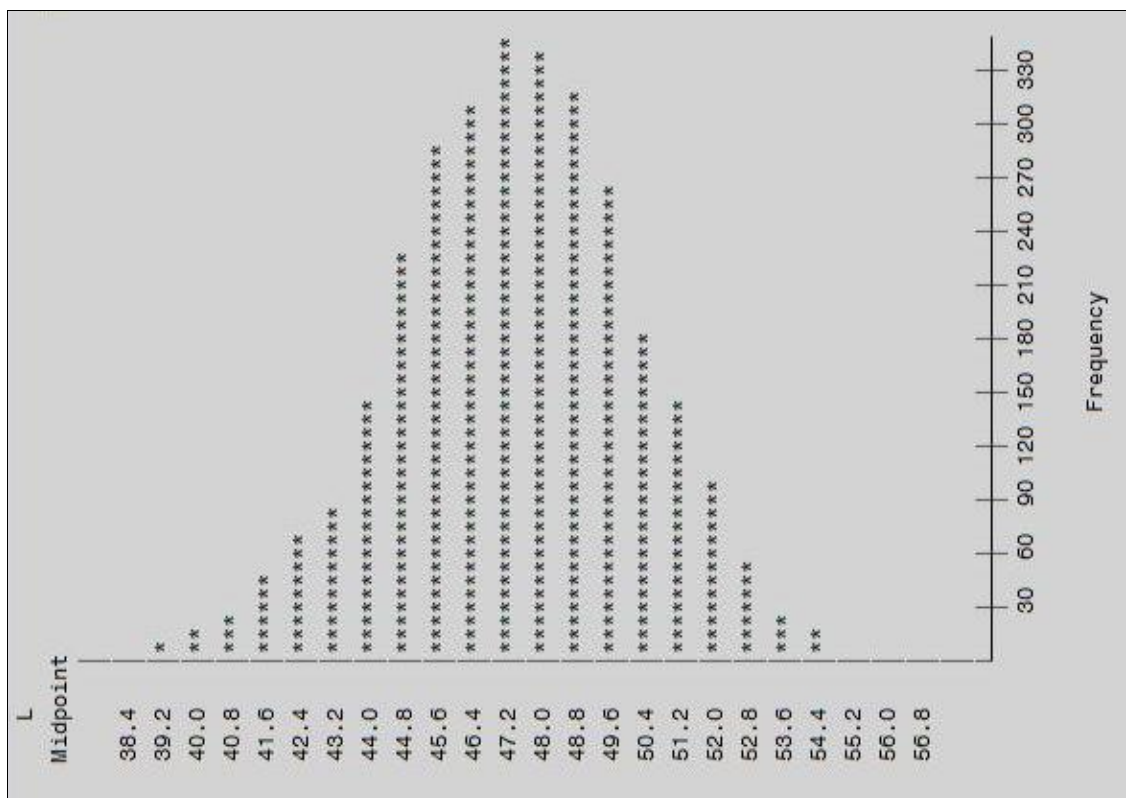


Grafico 6. Distribuzione gaussiana del parametro L* in relazione alla classe colorimetrica 2.

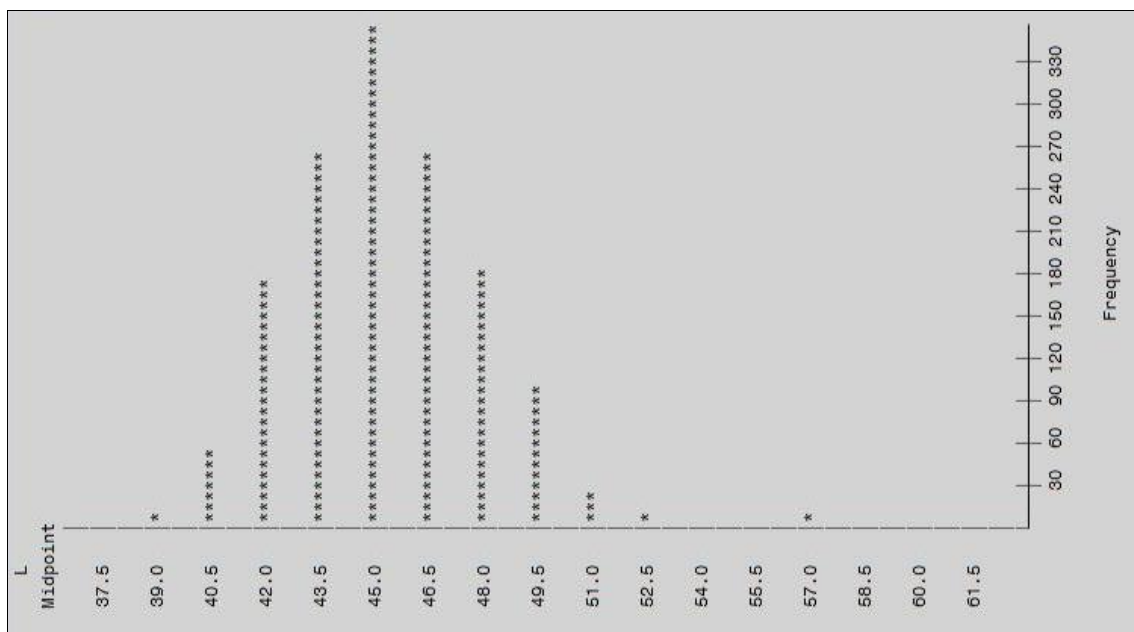


Grafico 7. Distribuzione gaussiana del parametro L* in relazione alla classe colorimetrica 3.

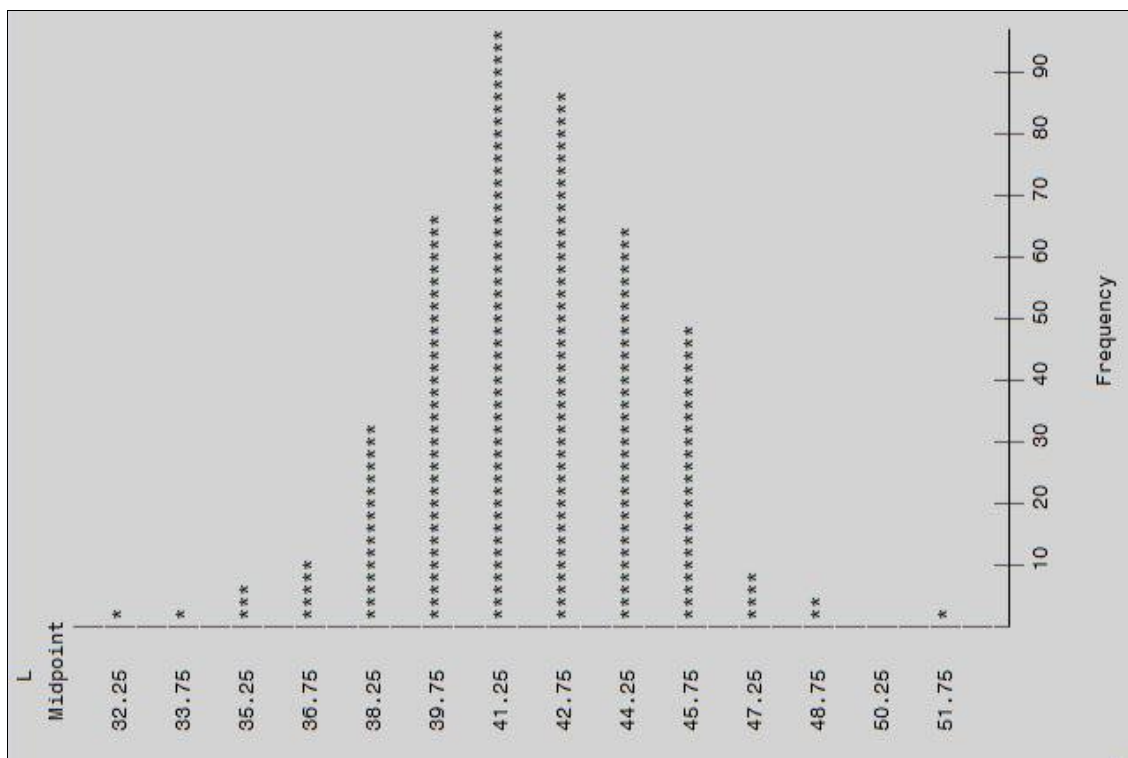


Grafico 8. Distribuzione gaussiana del parametro L* in relazione alla classe colorimetrica 4.

La tipologia di equazione è quindi la seguente:

$$y=a+bx_1+cx_2+dx_3+...$$

dove: y = categoria di colore, a = intercetta, x_1 , x_2 , x_3 = variabili indipendenti (luminosità, indice del rosso, indice del giallo, ecc.) e b , c , d = fattore di correzione di ciascuna variabile indipendente.

L'elaborazione statistica determina quali tra una serie di variabili indipendenti prese in considerazione sia più o meno importante nella definizione della categoria di colore, in primo luogo scartando quelle che non contribuiscono a tale obiettivo e, secondariamente, fornendo un fattore di correzione per quelle rimanenti che attribuisce un peso relativo a ciascuna di esse.

In Tabella 18 sono presentati i risultati della analisi statistica. Al fine di fornire un modello caratterizzato da elevata accuratezza, sono stati presi in considerazione anche i termini quadratici per le variabili L^* , a^* e b^* , anche se, come conseguenza della loro relazione di tipo lineare con la valutazione soggettiva, questi hanno contribuito solo in maniera marginale a migliorare il modello.

Oltre a questi sono stati introdotti anche i parametri croma e tinta calcolati in base alle seguenti formule (Liu et al., 1996):

$$Tinta = \arctangente(b^*/a^* \times [360^\circ/(2 \times 3.14)])$$

$$Croma = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$$

Tali variabili risultano, al contrario di quelle precedentemente citate, parametri fino a questo momento non considerate dalla bibliografia ai fini della valutazione oggettiva del colore della carne di vitello a carne bianca.

Tabella 18. Risultati dell'elaborazione statistica regressione *stepwise* tra la valutazione oggettiva e soggettiva delle carcasse di vitello a carne bianca.

	R² parziale	R² del modello
L*	0,5575	0,5575
Cr	0,2089	0,7665
L²	0,0095	0,7759
L* x a*	0,0007	0,7766
b²	0,0027	0,7793
b*	0,0003	0,7796

Tale elaborazione ha consentito di ottenere la seguente equazione:

$$\begin{aligned} \text{Categoria di colore} = & 10.50106 - 0.38185(L^*) - 0.02906(b^*) + 0.00316(L^{*2}) - 0.00678(b^{*2}) \\ & - 0.00602(L^* \times a^*) + 0.47206 (Cr) \end{aligned}$$

Dove: *L* = luminosità, *b* = indice del giallo, *a* = indice del rosso e *Cr* = croma.

La R² della retta di regressione, parametro che fornisce una misura sintetica della bontà della regressione ovvero della misura in cui la variabile dipendente è spiegata dalle variabili indipendenti, si è dimostrata pari al 78% circa. Tale riscontro è perfettamente in linea con i risultati precedentemente ottenuti da Denoyelle e Berny (1999) e Hulsegge e collaboratori (2001).

Infine se da un lato, a controprova delle forte correlazione, la luminosità risulta il parametro che maggiormente influenza il colore della carne di vitello (R² parziale pari a 55%), la croma, una delle due nuove variabili prese in considerazione in questo modello, è risultata anch'essa strettamente connessa a tale variabile (R² parziale pari a 21%). Al contrario, la

tinta non sembra influenzare in maniera significativa le variazioni in colore della carne di vitello.

Test dell'equazione predittiva sviluppata

Al fine di ponderare l'effettiva accuratezza del modello sviluppato si è proceduto a paragonare i risultati ottenuti tramite rilevazione strumentale oggettiva del colore con la valutazione soggettiva effettuata dagli esperti valutatori. La percentuale di carcasse valutate in accordo con il parere degli esperti valutatori è riportata in Tabella 19.

Tabella 19. Percentuale di carcasse valutate tramite il modello sviluppato, in accordo con il parere degli esperti valutatori.

VALUTAZIONE SOGGETTIVA	N° DI CARCASSE	VALUTAZIONE OGGETTIVA STRUMENTALE	% DI CARCASSE VALUTATE IN ACCORDO
Bianco milano	368	1	73
	138	2	27
	-	3	-
	-	4	-
Bianco	51	1	7
	668	2	89
	33	3	4
	-	4	-
Rosato	-	1	-
	116	2	34
	229	3	66
	-	4	-
Rosso	-	1	-
	-	2	-
	19	3	20
	78	4	80
Totale carcasse valutate in accordo alla valutazione oggettiva	1.343		79

Circa l'80% delle 1.700 carcasse prese in considerazione ai fini di quest'ulteriore obiettivo dello studio sono state classificate dalla valutazione strumentale in maniera uguale ai valutatori esperti. Minor precisione nella valutazione è stata riscontrata per la classe "rosato". Tale minor accuratezza potrebbe essere dovuta alla difficoltà che hanno i valutatori nel riconoscere in maniera esatta le carcasse con questo grado di colorazione. Infatti essendo il "rosato" una classe intermedia è facile spesso che carcasse di questo colore vengano valutate bianche o addirittura rosse. Questa evidenza mette ancor più in luce l'utilità di uno strumento quale il colorimetro in grado di discriminare efficacemente

anche piccole differenze di gradazione di colore, che spesso sono poco percepibili dall'occhio umano.

Considerando la semplicità con la quale è possibile ottenere un numero elevatissimo di osservazioni attraverso l'istallazione di un colorimetro direttamente in linea di macellazione, si ritiene che tale metodica proposta e l'applicazione del modello individuato possano consentire l'applicazione del sistema in qualsiasi realtà di macellazione giungendo, con semplicità ed estrema rapidità, ad una valutazione oggettiva del colore delle carcasse di vitello che sia attendibile e di grande utilità per i diversi operatori del comparto.

CONCLUSIONI

La situazione del mercato della carne bianca di vitello è radicalmente diversa rispetto al mercato della carne rossa soprattutto per quanto riguarda i protagonisti di questo settore. Mentre le dinamiche di mercato della carne rossa sono di tipo mondiale, la carne bianca di vitello viene prodotta e consumata esclusivamente in alcuni stati europei e tra questi, uno dei più importanti, è certamente l'Italia. I costi di produzione di questa tipologia di prodotto risentono quindi solo parzialmente del ruolo economico dei così detti paesi in via di sviluppo, in cui la necessità di produrre alimenti in grande quantità caratterizzati però da un basso costo produttivo, per una popolazione in continua crescita, sta alterando gli equilibri del mercato mondiale della carne rossa consolidati ormai da decenni. La carne bianca di vitello è dunque un alimento che va a soddisfare le richieste di un consumatore più esigente il quale richiede dei prodotti alimentari caratterizzati da elevati standard qualitativi. Questo tipo di consumatore è anche molto attento al rispetto del benessere degli animali e pretende che le istituzioni garantiscano tale aspetto in tutte le fasi produttive.

Al fine di mantenere il colore delle carni il più chiaro possibile ci si scontra inevitabilmente con il problema di garantire al vitello un idoneo stato di benessere, infatti, è la concentrazione ematica di emoglobina che influenza il colore delle carni e la sua carenza è in contrasto con le norme dell'Unione Europea sviluppate in base alle indicazioni dell'EFSA riguardanti il rispetto del benessere del vitello.

In quest'ottica, è solo mediante l'individuazione di parametri oggettivi che si possono realizzare strumenti efficaci per salvaguardare ed elevare la qualità del prodotto e del sistema produttivo, nonché per monitorare il benessere dell'animale. La valutazione oggettiva del colore delle carni sviluppata in questo progetto rappresenta certamente un metodo per valorizzare il sistema produttivo e per monitorare indirettamente lo stato di salute del vitello al fine di indirizzare la gestione dell'allevamento verso il giusto compromesso tra il benessere dell'animale, le richieste del consumatore e il livello di emoglobina ematica dei vitelli.

A proposito, bisogna sottolineare che è principalmente attraverso la gestione nutrizionale che avviene il raggiungimento degli standard qualitativi del prodotto ed è anche in tale ambito che si deve però affrontare il duplice problema di scegliere un alimento caratterizzato *in primis* da una concentrazione di ferro sufficiente a non provocare uno stato carenziale all'animale, e in secondo luogo, da una quota fibrosa in grado di stimolare

il corretto sviluppo dei prestomaci. Oltre agli aspetti di tipo nutrizionale anche la tipologia di allevamento e la gestione degli animali ricoprono però un importante ruolo sulle alterazioni del colore delle carni, come emerso chiaramente dal presente studio. Infatti, al peggiorare della gestione dell'azienda e delle condizioni ambientali le carni risultano significativamente più scure a causa delle ripercussioni dello stress sia sui livelli di emoglobina sia sul pH finale della carne.

Ai fini di perseguire efficacemente l'obiettivo di ottimizzare la gestione nutrizionale, i livelli di emoglobina e il management nel suo complesso nell'allevamento del vitello a carne bianca, risulta però indispensabile disporre di un sistema di valutazione del colore delle carcasse che sia oggettivo e non soggettivo come attualmente avviene. È infatti indiscutibile come la valutazione visiva soggettiva delle carcasse, operata anche da valutatori esperti e in condizioni di luminosità costanti, possa essere soggetta ad errori, andando parzialmente a vanificare o a non riconoscere gli eventuali progressi effettuati in campo nutrizionale o manageriale. L'utilizzo di un colorimetro è risultato un sistema efficace per la classificazione oggettiva delle carcasse. Lo studio ha inoltre individuato il muscolo *rectus abdominis* previa leggera incisione come il punto di reperi più attendibile, rappresentativo del colore dell'intera carcassa e inoltre meno soggetto ad interferenze quali macchie di sangue, variazioni significative nell'infiltrazione lipidica, residui conseguenti al sezionamento, ecc. L'applicazione in linea di macellazione del colorimetro e il confronto tra la classificazione del colore oggettiva e quella soggettiva ha evidenziato che circa il 20% delle carcasse sono state classificate dalla valutazione strumentale diversamente da quanto fatto dai valutatori esperti. In particolar modo è stata riscontrata una significativa discrepanza nell'attribuzione delle carcasse alla categoria "rosato" come conseguenza di una minore attendibilità di classificazione delle carcasse con tale colore attraverso il sistema soggettivo, aspetto questo che, riguardando una categoria di colore non gradita, esaspera l'importanza di poter disporre di uno strumento in grado di discriminare anche piccole differenze colorimetriche, spesso poco o difficilmente percepibili dall'occhio umano.

I numerosi risultati ottenuti attraverso il posizionamento in linea di macellazione del colorimetro, la contestuale valutazione soggettiva delle carcasse con griglia a 4 classi e l'elaborazione dei dati ritenuti attendibili e rappresentativi, hanno portato alla definizione di una regressione caratterizzata da un R^2 pari a circa il 78% con una corrispondenza al parere del valutatore di circa l'80%, attendibilità questa da ritenersi eccellente in considerazione della dinamicità del sistema e della velocità di acquisizione delle

informazioni che consentono progressivi e rapidi miglioramenti nell'accuratezza della valutazione.

Sotto l'aspetto pratico, l'utilizzo del colorimetro per la valutazione delle carcasse non rappresenta solo uno strumento fondamentale ai fini dell'individuazione di sistemi di allevamento, gestione e alimentazione in grado di garantire il benessere animale nel rispetto dello standard merceologico del prodotto finale carne richiesto dal consumatore ma anche un sistema efficace per una corretta qualificazione e differenziazione delle carcasse ai fini della loro commercializzazione, selezionando obiettivamente produttore, prodotto e fornitore.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Agriculture and Agri-Food Canada, 1988. Recommended code of practice for the care and handling of special-fed veal calves. Publication 1821/E.
- American veal association. The Science of Veal Calf Welfare & Nutrition. In: AVA White Paper: Executive Summary.
- Amstutz H.E., Armour J., Blood D.C., Chrisman C.L., Loew F. M. 1995. Il manuale Merck Veterinario, settima edizione, Edizioni agricole.
- Becherel F. 1991. Project europeen de test de differents appareils pour mesurer la couleur des carcasses de veau sur le chaine d'abattage. Ed. C.I.V., Paris.
- Casartelli A., Consonni M., Pagani C. 1998. L'ematologia del vitello a carne bianca: possibilità di monitoraggi dell'emoglobina e sue ricadute sulla qualità della carne. Large Animals Review. 3:37-40.
- Cozzi G., Gottardo F., Mattiello S., Canali E., Scanziani E., Verga M., Andrighetto I. 2002. The provision of solid feeds to veal calves: I. Growth performance, forestomach development, and carcass and meat quality. Journal of Animal Science. 80:357-366.
- CRPA. www.crpa.it
- Dell'Orto V., Paratte R., Digiancamillo A., Sgoifo Rossi C. A., Bontempo V., Agazzi A., Domeneghini C., Savoini G. 2002. Influence of fibrous feed supplements on rumen morphology and production parameters in veal calves. Journal of Animal Science. 80; suppl. 1:360.
- Dell'Orto V., Savoini G., Sgoifo Rossi C. A., Bassini A. L., Navarotto P. L., Agnelli G., Guarino M., Grando P. 2004. Qualità della carne bovina prodotta in Lombardia: caratteristiche e sistema di produzione. Quaderni della Ricerca, Regione Lombardia n. 39.
- Dell'Orto V., Sgoifo Rossi C. A., Savoini G., Cheli F., Bassini A. L. 2005. Tecniche di allevamento del bovino per una carne di qualità. Quaderni della Ricerca, Regione Lombardia n. 50.

- Denoyelle C., Berny F. 1999. Objective measurement of veal color for classification purposes. *Meat Science*. 53:203-209.
- Denoyelle C., Jabet S. 1997. Objective measurement of beef color. *Proceedings of the 43rd International Congress of Meat Science and Technology*, Auckland.
- Directive 91/629/CE. *Official Journal of the European Union*. L340 of 11 december 1991. Bruxelles, Belgium.
- Directive 97/2/CE. *Official Journal of the European Union*. L25 of 28 february 1997. Bruxelles, Belgium.
- EFSA 2006. Opinion on “The risks of poor welfare in intensive calf farming systems. An update of the Scientific Veterinary Committee Report on the Welfare of Calves”. *The EFSA Journal*. 366, 1-36.
- Eikelenboom G. 1989. The assessment of veal colour for classification purposes. *Proceedings of the 35th international congress of meat science and technology*, Copenhagen.
- Hulsegge B., Engel B., Buist W., Merkus G. S. M., Klont R. E. 2001. Instrumental colour classification of veal carcasses. *Meat Science*. 57:191-195.
- Klont R. E., Barnier V. M. H., van Dijk A., Smulders F. J. M., Hoving-Bolink A. H., Hulsegge B., Eikelenboom G. 2000. Effects of rate of pH fall, time of deboning, aging period, and their interaction on veal quality characteristics. *Journal of Animal Science*. 78:1845-4851.
- Kooijman J., Wierenga H. K., Wiepkema P. R. 1991. Development of abnormal oral behaviour in group-housed veal calves: effects of roughage supply. *New trends in veal calf production, EEAP, Pudoc, Wageningen*. 52:54-58.
- Lagoda H. L., Wilson L. L., Henning W. R., Flowers S. L., Mills E. W. 2002. Subjective and objective evaluation of veal lean color. *Journal of Animal Science*. 80:1911-1916.
- Lensink J., Fernandez X., Cozzi G., Florand L., Veissier I. 2001. The influence of farmers behavior on calves reactions to transport and quality of veal meat. *Journal of Animal Science*. 79:642–652.

- Liu Q., Sheller K., Arp S. C., Schaefer D. M., Frigg M. 1996. Color coordinates for assessment of dietary vitamin: Effects on beef color stability. *Journal of Animal Science*. 74:106-116.
- Morisse J. P., Huonnic D., Cotte J. P., Martrenchar A. 2000. The effect of four fibrous feed supplementations on different welfare traits in veal calves. *Animal Feed Science and Technology*. 84: 129-136.
- Report on the welfare of calves, 1995. Animal Welfare Section of the Scientific Veterinary Committee. Directorate General of Agriculture VI/B11/2. Brussels.
- Sambraus H.B. 1985. Mouth based anomalous syndromes. Fraser, A.F. *Ethology of farm animals*. Elsevier Amsterdam. 391-392.
- Scott A. L., Ghodrattnama A. 2004. Effect of iron bioavailability on performance, feed digestibility, blood parameters and carcass characteristics at slaughter of grain fed veal calves. *Canadian Journal of Animal Science*. 84:639-649.
- Sgoifo Rossi C. A., Bassini A. L., Giglioli G., Carrara L., Valeri A., Tondelli L., Dell'Orto V. 2004. Vitelloni, quel po' di grasso non guasta. *Informatore Zootecnico*. 14:36-41.
- Sterrenburg P., Nijeboer H., De Boer T. J. 1992. Reproducibility of colour score as a result of classification of veal in the Netherlands. In: *Proceedings of the 37th International Congress of Meat Science and Technology*, Kulmbach, Germany. Pag 44-45.
- Stull C. L., McDonough S. P. 1994. Multidisciplinary approach to evaluating welfare of veal calves in commercial facilities. *Journal of Animal Science*. 72;9:2518-2524
- Stull C. L., McMartin D. 1992. Welfare parameters in veal calves production facilities. Prepared for California Legislature. Cooperative Extension, School of veterinary medicine, University of California, Davis.
- Swatland H. J. 1995. Measurement of veal colour by fiber optic spectrophotometry. *Journal of Food Science*. 50:1489-1490.
- The SAS system release 8.02, 2001. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA.

- Veissier I., Ramirez de la Fe A. R., Pradel P. 1998. Non nutritive oral activities and stress responses of veal calves in relation to feeding and housing condition. *Appliance Behaviors Science*. 57:35-49.
- Waltner-Toews D., Martin S. W., Meek A. H. 1986. Dairy calf management, morbidity and mortality in Ontario Holstein herds. IV. Association of management with mortality. *Preventive Veterinary Medicine*. 4:159–171.
- Xiccato G., Trocino A., Queaque P. I., Sartori A., Carazzolo A. 2001. Rearing veal calves with respect to animal welfare: effects of group housing and solid feed supplementation on growth performance and meat quality. *Livestock Production Science*. 75:269-280.

Ricerca e sperimentazione in agricoltura
www.agricoltura.regione.lombardia.it



Regione Lombardia
Agricoltura